职业技术教育读本

电风扇 电热器 维修

农业部教育司　主编

王文超　赵伟坤　编著

5.1

农　业　出　版　社

职业技术教育读本

电风扇　电热器维修

农业部教育司　主编

王文超　赵伟坤　编著

*　*　*

责任编辑　林新华

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行　北京市密云县印刷厂印刷

787×1092mm 32开本　9.125印张　181千字

1990年5月第1版　1990年5月北京第1次印刷

印数　1—10,800册　定价 4.25 元

ISBN 7-109-01340-5/TH·73

出 版 说 明

为了促进农村经济向专业化、商品化和现代化转变，加速产业结构的调整，满足广大农民对实用技术的迫切需要，农牧渔业部教育司在《全国统编农民职业技术教育教材》的系列中增编了一套《职业技术教育读本》，供农村开展第三产业实用技术培训以及专业户和农民自学用，也可供城镇职业中学教学用。

这套读本，从农村人民生活日益提高的实际出发，以城镇紧迫需要的服务业为主。它的特点，具有实用性强，操作方法简便易行，容易学习掌握，且能收到良好效果。

丛书内容或文字，若有欠妥之处，恳切希望读者提出意见，以便进一步修订完善。

1986年12月

目　录

第一部分　电 风 扇

第一章　概述 ……1

第一节　电风扇的分类及发展 ……1

一、分类方式……2

二、发展趋势……2

第二节　电风扇的型号和铭牌 ……5

一、型号 ……5

二、铭牌 ……6

第三节　电风扇的质量标准 ……7

一、安全要求……7

二、性能要求 ……10

第二章　风扇电动机……12

第一节　概述……12

一、分类型式 ……12

二、单相异步电机……13

第二节　电容式电机 ……15

一、电容式电机的特性 ……16

二、电容式电机的电容器 ……17

第三节　罩极式电机 ……18

一、结构……18
二、工作原理 ……19
三、性能特点 ……19
第四节　电动机的调速方法 ……20
一、电抗法 ……21
二、抽头法 ……24
第三章　电风扇的结构……26
第一节　台扇类……26
一、台扇……26
二、台扇的派生产品 ……35
第二节　顶扇、转页扇、径向扇和排气扇 ……37
一、顶扇……37
二、转页扇 ……38
三、径向扇 ……40
四、排气扇 ……41
第三节　吊扇……44
一、扇头……45
二、风叶……46
三、悬吊装置 ……47
四、装饰吊扇及其它 ……47
第四章　电风扇的选购及使用维护……49
第一节　电风扇的选购 ……49
一、规格选择原则……49
二、直观质量 ……50
第二节　电风扇的使用与维护 ……52

一、使用原则 ……52
二、维护原则 ……53
第五章 电风扇的常见故障及维修……54
第一节 维修必备工具和故障检查步骤 ……54
一、维修必备的工具 ……54
二、故障检查步骤……57
第二节 风扇电动机的装拆 ……59
一、绕组型式与接法 ……59
二、定子绕组的拆除、绕线及嵌线 ……61
三、定子绕组的浸烘 ……67
四、转子的平衡 ……68
五、轴承的拆卸和安装 ……69
第三节 常见故障及维修 ……72
一、电气故障 ……72
二、机械故障 ……75
三、电气及机械的综合故障……77

第二部分 电 热 器

第六章 概述……83
第一节 电热形式 ……83
一、电阻加热 ……83
二、感应加热 ……84
三、介质加热 ……85
四、电弧加热 ……85
第二节 基本计算方法与计算公式 ……85

一、热的度量 ……85
二、温度 ……86
三、热量计算 ……87
四、电热转换计算 ……88
第三节 电热器具的分类与结构 ……89
一、分类 ……89
二、结构 ……89
第四节 电热器具通用技术要求 ……90
第七章 电热元件和控制元件 ……94
第一节 电热元件 ……94
一、裸露形合金电热元件 ……94
二、PTC 电热元件 ……107
三、管状电热元件 ……110
四、电热板 ……114
五、电热片 ……117
第二节 控制元件 ……121
一、功率控制元件 ……121
二 温度控制元件 ……125
三、时间控制元件 ……128
第八章 烧煮用电热炊具 ……130
第一节 日用电炉 ……130
一、日用电炉的分类 ……130
二、电炉的结构 ……130
三、主要技术要求 ……134
四、故障与维修 ……134

第二节　电饭锅 ……135
一、分类、结构和控制原理 ……136
二、使用方法及注意事项 ……140
三、常见故障及维修方法 ……141
四、维修后的测试及主要技术指标 ……142
第三节　专用电锅 ……143
一、电热锅……143
二、电砂锅 ……145
三、电子瓦撑……145
四、电粥锅（自动粥煲） ……146
五、使用 ……148
六、常见故障与维修……148
第四节　家用电灶……150
一、普通家用电灶 ……150
二、电磁灶 ……152
三、微波灶 ……154
第九章　煎烤用电热炊具 ……157
第一节　家用电烤箱……157
一、简易型家用电烤箱……158
二、普通型家用电烤箱……158
三、家用高级电烤箱 ……160
四、家用电烤箱的特殊要求 ……163
五、故障与维修 ……164
第二节　电炒锅 ……165
一、开启式电炒锅 ……165

二、连体电炒锅 ……166
三、分体电炒锅 ……167
四、电炒锅常见故障与维修 ……167
第三节 电煎锅 ……169
一、圆形法兰板式电煎锅 ……169
二、长方形电煎锅 ……170
三、电炸锅 ……171
四、故障与维修 ……172
第四节 面包炉和三明治炉 ……172
一、面包炉 ……172
二、三明治炉 ……176
第十章 沸水用电热器具 ……178
第一节 杯水加热器 ……178
一、用途 ……178
二、结构 ……178
三、使用与维修 ……179
第二节 电热杯 ……179
一、结构 ……180
二、常见故障与分析 ……180
三、故障排除方法 ……181
第三节 电水壶与电热水瓶 ……182
一、非金属电水壶 ……182
二、金属电水壶 ……183
三、水开报鸣器 ……184
四、常用规格和主要技术要求 ……186

五、故障与维修 ……187
六、电热水瓶 ……187
第四节 自动沸水器 ……188
一、结构和工作原理 ……188
二、使用与维修 ……189
第五节 电咖啡壶 ……191
一、渗滤式电咖啡壶 ……191
二、滴漏式电咖啡壶 ……193
三、真空式电咖啡壶 ……195
四、使用与维修 ……196
第十一章 电取暖器具 ……199
第一节 电取暖分类 ……199
一、间接取暖 ……199
二、直接取暖 ……200
第二节 电暖器 ……200
一、裸露式电暖器 ……200
二、罩壳式电暖器 ……201
三、辐射式电暖器 ……201
四、散热式电暖器 ……203
五、储热式电暖器 ……205
六、电暖器的常见故障与维修 ……207
第三节 热风器 ……207
一、离心式热风器 ……207
二、轴流式热风器 ……208
三、电扇式热风器 ……209

四、涡轮式薄型热风器 ……209
五、储热式热风器 ……211
六、热风器的常见故障与维修 ……211
第四节 电热织物 ……212
一、型式分类 ……213
二、结构与品种 ……213
三、关键零部件 ……216
四、常见故障及排除方法 ……219
五、主要技术参数和维修后的技术指标 ……219
第十二章 整容类电热器具 ……220
第一节 电熨斗 ……220
一、电熨斗的分类与结构 ……220
二、常见故障及维修方法 ……229
三、维修及使用常识 ……229
四、维修后应达到的技术指标 ……232
第二节 电热梳与电热卷发钳 ……234
一、型式与结构 ……234
二、性能和电路 ……236
三、使用与维修 ……236
第三节 电吹风 ……237
一、型式分类 ……237
二、结构与工作原理 ……238
三、关键零部件 ……240
四、电吹风的特殊技术要求 ……241
五、故障与维修 ……243

第十三章　电热水器 ……245
第一节　快速热水器 ……245
一、分类 ……245
二、结构与工作原理 ……247
三、压电转换器 ……247
四、安全措施与维修检查 ……249
第二节　储存式浴水加热器 ……251
一、特点与规格 ……251
二、结构 ……252
第三节　电热水器的使用与维修 ……253
一、使用 ……253
二、故障与维修 ……254
第十四章　电烙铁 ……256
第一节　分类与结构 ……256
一、分类 ……256
二、结构 ……257
第二节　使用、维修与节电措施 ……259
一、焊头烧死 ……259
二、外热式电烙铁 ……259
三、内热式电烙铁的修复 ……259
四、感应式电烙铁 ……260
五、节电措施 ……260
第三节　关键零部件 ……261
一、焊头 ……261
二、电热元件 ……265

第四节　维修后的技术要求 ……267
一、手柄温升……267
二、发热时间……267
三、熔锡量 ……268
第五节　派生电烙铁的结构与维修 ……268
一、两用吸锡电烙铁 ……268
二、恒温电烙铁 ……269
三、送锡式电烙铁 ……270
附录一　罩极式台、吊扇电动机的主要技术数据 ……272
附录二　电容运转式电风扇电动机的主要技术数据 ……273
附录三　常用材料的比热 C ……276
附录四　常见电吹风的维修技术数据 ……277
附录五　外热式电烙铁电热元件技术数据 ……277
附录六　内热式电烙铁电热元件技术数据 ……278
附录七　感应式电烙铁技术数据 ……278

第一部分　电风扇

第一章　概　　述

电风扇是一种量大面广的家用电器，其社会需要量已从城市扩大到农村，从南方延伸到北方，从集团单位发展到家庭个人，甚至从一家一台增至到一室一台。由于电风扇结构简单，造价低廉、耗电少且使用方便，因此可以预料随着我国电器工业的迅速发展，电风扇的使用会更加普及。大量的电风扇在使用过程中，由于种种原因免不了会产生这样或那样的故障。电风扇又是一种耐用消费品，不可能一有故障就抛弃，这就类同钟表、电视机、收录机和洗衣机等贵重商品一样要给予修理。农村一般远离电风扇制造厂，因此学会自己修理或者开设修理点营业修理部都将是十分必要的。

第一节　电风扇的分类及发展

电风扇是由电动机驱动风叶旋转，形成风叶进出风侧的压力差，迫使空气经风叶升压后连续吹出，从而加速空气流动，以达到使室内通风散热或与室外空气交换的一种家用电器。电风扇在家用电器分类中属于空气调节器具大类中的一

种。

一、分类方式

电风扇常按四种方式进行分类。

（一）按使用特点分 电风扇按使用特点可分为台扇、台地扇、落地扇、壁扇、台壁扇、顶扇、吊扇、径向扇、排气扇和转页扇等。

（二）按款式功能分 电风扇按款式功能可分为简易型（一般无定时调速功能；台扇无摇头机构）；普通型（一般带定时有调速装置）；豪华型（一般特征为台扇有灯柱，吊扇带灯、转页扇带彩灯）；电子型（一般具有触摸调速开关，网罩触摸即停，自动周期变速装置等）。

（三）按使用电源不同分 电风扇按使用电源不同可分为交流风扇（单相、三相）、直流风扇和交直流两用风扇。最常用的是单相交流风扇、三相风扇一般是指工矿有三相电源，用于防暑降温的大型风扇。至于直流和交直流两用风扇，则仅限于船舶，车辆等特定的场所使用。

（四）按驱动用电动机的种类不同分 电风扇按驱动用电动机的种类不同可分为单相电容运转式、单相罩极式、三相感应式、直流及交直流两用串激整流子式。

使用广泛的电风扇有台扇、顶扇、吊扇和排气扇四类。其中台扇根据底座及立柱的形式不同派生出台地扇、壁扇、落地扇及台壁扇四种；排气扇又可根据出口风栅的变化派生出径向扇和转页扇。电风扇的分类特点及规格见表1。

二、发展趋势

电风扇的发展趋势有如下特点。

表1 电风扇的分类特点及规格

类别	主要特点			规格（扇叶直径mm）
	扇头结构	支承名称	安置方式	
台扇、台地扇、落地扇、壁扇、台壁扇	防护式电机密网罩，具有往复摇头机构	台座	置于桌上	200、230、250、300、350、400
		较大台座	置于桌上或地上	300、350、400
		底座	放在地上	350、400、500、600、700
		壁座	固定在墙上	250、300、350、400
		台壁二用座	桌上或固定在墙上	200、250、300、350、400
顶扇	一般为封闭式电动机，具有回转摇头机构和疏网罩	座架	贴装在天花板上	300、350、400
吊扇	外转子结构电机无摇头装置和网罩	吊攀和吊杆	悬吊在天花板下	700、900、1050、1200、1400、1500、1800
排气扇、径向扇、转页扇	封闭式电动机，无摇头装置，网罩似百叶栅或导风环	框架	装在窗口或墙洞壁上	200、250、300、350、400、500、600、700
		底盘	放在地上	350、400
		外壳	置于桌上或地上	200、250、300、350

（一）塑料化 电风扇构件中的塑料件比重在逐步扩大，以至产生塑料电风扇。值得指出的是，所谓塑料电风扇并不是其所有零件都用塑料制造，而是指电风扇的主要部件，例如外壳、底座、连接件、框架、罩盖等，甚至风叶、传动齿轮有时也采用塑料制造，塑料电风扇的优点是质轻，绝缘性能好，色彩鲜艳和造价低廉，但塑料易于受大气中氧、臭氧、热和光的影响会逐渐老化、变色和开裂，且寿命一般也

较金属件短。电风扇中常用的塑料有尼龙6、尼龙-1010，ABS、聚苯乙烯、聚碳酸脂，聚甲醛等。

（二）多功能 增加电风扇的功能，例如在电风扇上设控制风叶正反转机构，使排气扇能吹能吸以适应降温及排气的二种需要；使吊扇能向上吹与空调配合用，向下吹作通风降温用。又如在台扇的网罩中心设水杯毛毡，运转时可增加室内湿度或喷出香气；落地扇的扇头在冬天可以换灯头而变成落地灯，原调速开关此时可用于调光。再如在风扇上装钟表来显示时间，并以此来控制风扇的定时开闭。还有一种幻觉灯光台扇，立柱由折射玻璃与液体瓶组成，光通过液体射出经玻璃折射而成为一束彩光，有万花怒放奇光异彩之感。还有的在风扇上装收音机，放音卡座或者用来净化空气的负离子发生器等来增加功能，以便一机多用。

（三）冷暖风 提供能吹冷风或暖风的电风扇。凡吹出的空气，其温度比室温低的电风扇称为冷风扇；反之为暖风扇。最简单的冷风扇是用地下水或井水渗透海棉孔屏栅，使空气与水热交换而降温；复杂一些的冷风扇实际上是风扇型式的空气调节器。暖风扇则是通过空气吹在电热丝屏栅上升温。比较高级一些的台式暖风扇是把网罩做成管状电热元件，使网罩本身发热而使吹出的空气升温。以上介绍的冷风扇或暖风扇的主要弊病是结构较为复杂，冷（暖）效率低。现正在研制结构简单，效率高的冷（暖）风扇。

（四）实用型 发展实用新型的电风扇。例如在台扇、落地扇中设置呈立体运动的摇头机构，扇头能上下左右作空间摆动，受风面积大，使人有自然风吹来之感。这种风扇还

可以根据室内人数多少，任意选择从40--100度的摆头角度，调节受风面积，使用方便。模拟自然风的最简单办法是使风扇转速在1分钟内作自动周期改变，使风有强弱变化，从而有阵风之感。

（五）电子型 电子型风扇中比较实用的有网罩触摸即停，触摸开关变速及摇控（3m距离以上）三种，网罩触摸即停可以避免手或异物进入网罩，保证风扇使用安全。触摸开关变速和摇控风扇是控制灵敏化、自动化的象征，摇控主要给使用带来方便。

第二节 电风扇的型号和铭牌

一、型号

为了设计、制造和商品流通及选购上的方便，并简化对产品名称、型式、规格的叙述，我国轻工业部、机械工业部都对电风扇的产品型号作了规定，全国统一的电风扇产品型号标准正在制订。现将机械工业部标准JB3189-82规定的电风扇型号组成形式如下，代号意义见表2。

电风扇的规格是以扇叶直径来称呼的，标准所列的扇叶公称直径分别为200、230、250、300、350、400、500、600、700、900、1050、1200、1400、1500、1800mm共15个，当用英寸来称呼时，则分别为8、9、10、12、14、16、20、24、28、36、42、48、56、60、72英寸，其规格代号见表3。

例如型号FRJ6-30，表示300mm电容式台扇，系厂方第6次设计。又如型号FRC3-30，则表示1400mm电容式吊扇，

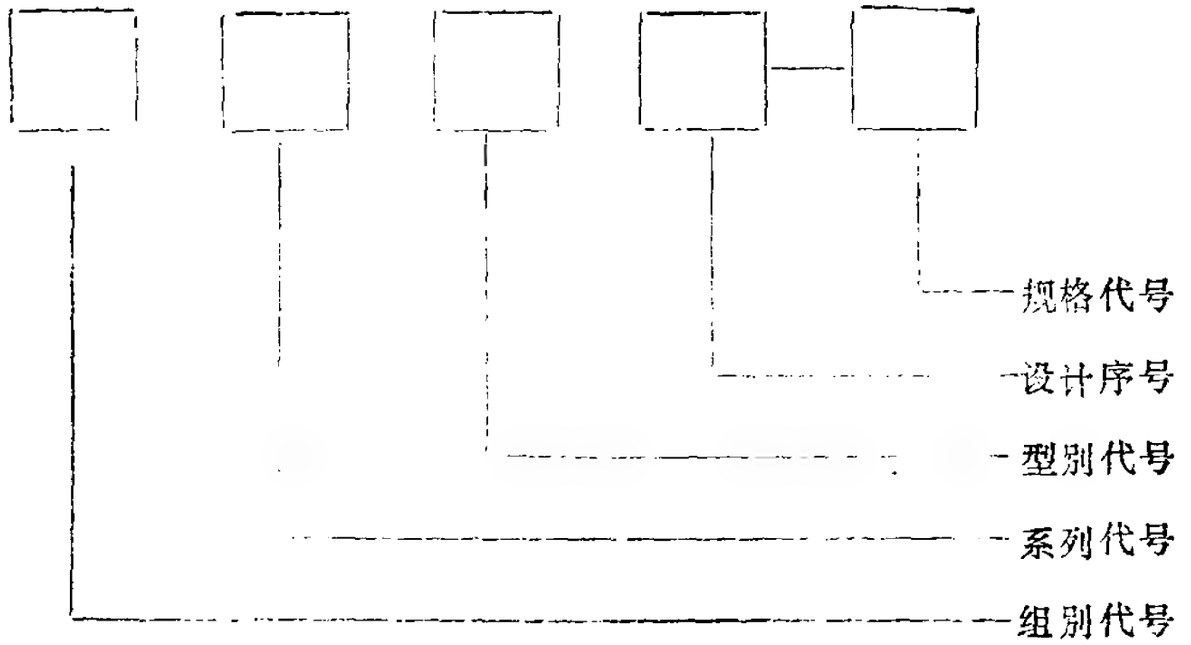


表2　电风扇的组别、系列及型别代号表

组别代号	名称	电　　风　　扇							
	符号	F							
系列代号	名称	单相	三相	电容式	罩极式	直流式	交直流二用	—	—
	符号	D	T	R	H	Z	E	—	—
型别代号	名称	排气扇	壁扇	吊扇	顶扇	台地扇	落地扇	台扇	转页扇
	符号	A	B	C	D	E	S	T	Y

表3　电风扇的规格代号表

台　扇	规格	200	230	250	300	350	400	500	600
	代号	15	20	25	30	35	40	50	60
吊　扇	规格	700	900	1050	1200	1400	1500	1800	—
	代号	0.7	10	15	20	30	40	50	—

系厂方第三次设计。

二、铭牌

铭牌系表示产品特点和主要技术性能的标记。对电风扇

来讲，铭牌主要标注商标、型号、规格、输入功率、电压和频率等。铭牌应标注在产品易见但又不影响美观的地方。商标则是表示厂家向国家工商行政部门注册的牌子。商标有时与铭牌分开而作为产品装饰的一部分。例如常见台扇前网罩圆环中心处有商标标记。

电压和频率是指电风扇使用的电源要求，即电源的额定电压和额定频率。当电风扇使用在别的电压，频率电源时，将造成使用不妥，甚至损坏电风扇。输入功率则可测算电风扇的耗电量。因此，电压、频率和输入功率是电风扇的使用三要素，在铭牌中必须予以标准。

第三节　电风扇的质量标准

电风扇的质量标准主要指它的安全和性能两个方面，我国国家标准GB3046-82〈交流电风扇和调速器的安全要求〉,GBn158-82〈交流电风扇和调速器〉对台扇类及吊扇产品都作了具体规定，现把其主要内容归纳叙述如下。

一、安全要求

（一）线速度　电风扇出风的线速度与电风扇的转速和风叶直径有关，当线速度过大时会影响电风扇的结构强度，以致风叶飞出或造成剧烈振动。因此，规定台扇类产品的线速度不得大于2150米/分钟，吊扇的线速度不得大于1500米/分钟。

（二）启动　由于电源电压有时会随电网负载的变化而波动，不能电压一有降低电风扇就无法启动，故应规定当

电压低于额定电压某一值时，电风扇应保证启动，而这个值与风扇电动机的结构有关。因此标准规定，在最低转速档位时，电容式台扇为85%额定电压，罩极式为90%，吊扇为85%，对没有调速的电风扇则应在80%额定电压也应都能启动。

（三）输入总功率 电风扇的实际输入功率如果比其铭牌标注额定功率大得多，则将造成输电线路的负荷增加，故应限制这二者的偏差值。显然对较大额定功率的电风扇，其功率偏差的限制要严些。标准规定，铭牌额定功率在33.3W以下为不超过10W；大于33.3—150W为不超过铭牌额定功率的30%；大于150—300W为不超过45W；大于300W则为不超过铭牌额定功率的15%。

（四）绕组温度与温升

电风扇运转时会引起电动机绕组发热，当发热太大时会损坏其绝缘性能，为保证安全使用，标准对此作出规定，详见表4及表5。

（五）电气强度、绝缘电阻和泄漏电流 电风扇的绝缘性能由电气强度，绝缘电阻和泄漏电流三个部分构成。标准

表4 电动机绕组温度的极限值

类别		极限温度（℃）		
		A级	E级	B级
没有定时器的电风扇		175	190	200
有定时器的电风扇	定时器有长接通档	175	190	200
	定时器无长接通档	200	215	225

表5 电动机绕组及调速器温升极限值

测量部位	温升（℃）		测量方法
	A级	E级	
绕组或线圈	60	75	电阻法
铁芯	45	60	温度计法
易于触及的外表面	20	20	或热电偶法

规定电风扇的电气强度应承受冷态1500V/min，潮态1250V/min的耐压试验而不发生闪络或击穿。min为分钟之意。此外，电风扇的带电部分与其扇头端盖螺钉之间的绝缘电阻，在热态和潮态时均不应小于2 MΩ。另电风扇在使用中的泄漏电流则不得大于0.3mA。

（六）接地要求

（1）带有接地线的电风扇，从电源线插头的接地极至电动机端盖螺钉之间的电阻不得小于0.2Ω。

（2）不带接地线的电风扇应有接地装置和接地标记，该接地装置至电动机端盖螺钉之间的电阻不得小于0.1Ω。

（3）接地线颜色为黄绿双色线，此种颜色导线不得移作它用。

（七）其它要求

（1）吊扇的悬吊装置的机械强度应能分别承受9800N的拉力与49N·M的扭力矩而不断裂。

（2）台扇类风扇在其最大仰俯角及最高高度下，向任意方向倾斜10度时，均不得翻倒。

（3）有摇头机构的电风扇，在最高转速档运转并摇头时，当其摇头机构受到阻碍时，电风扇不得停转或翻倒。

二、性能要求

（一）输出风量与使用值 对电风扇的性能主要希望电风扇的耗电要少，而得到的风量要大，对各种型式诸规格电风扇都有输出风量的要求，低于此要求就认为不合格。由于风量与功率成正比例关系，其比值称为电风扇的使用值。使用值小，则说明电风扇的输出风量小或者功率大耗电多。当使用值小到某一值时就认为不合格了。标准对电风扇的最低风量与极限使用值的规定见表6。

表6 电风扇的最低风量与极限使用值

规格（mm）		200	230	250	300	350	400	500
风量(m^3/min)		16	20	25	38	51	65	90
使用值 (m^3/min·W)	电容式	0.6	0.7	0.82	0.9	1.0	1.1	1.25
	罩极式	0.5	0.55	0.6	—	—	—	—

规格(mm)		600	700	900	1050	1200	1400	1500	1800
风量（m^3/min）		150	105	140	170	215	270	300	325
使用值 (m^3/min·W)	电容式	1.45	2.8	3.05	3.1	3.25	3.5	3.7	3.85
	罩极式	—	1.7	2.12	2.4	2.74	2.83	3.0	3.08

（二）调速比 调速比系指电风扇最低转速档的转速与最高转速档的转速之比值。调速比小，则说明风扇的高低档转速区别不大，当小到某一值时，致使二者转速接近就认为不合格了。标准规定电容式台扇类产品的调速比，其规格为250mm时不得小于80%，300—400mm时不得小于70%，而在400—500mm时不得小于60%。对吊扇而言，电容式不得

小于50%，罩极式不得小于80%。

（三）结构要求

（1）电风扇的摇头机构应能使电风扇的风向自动和连续地变动，动作平稳，不应有阻滞和振颤现象，在最高转速档的每分钟摇头次数不少于4次，对250mm及其以下的电风扇摇头角度应不小于60度；对300mm及其以上的电风扇应不小于80度。

（2）仰俯角适当。为获得最大受风面，标准对台扇类的扇头仰俯角大小都作了规定。如规定仰角不得小于20度，俯角不小于15度；壁扇调节范围不小于40度；落地扇的俯角不小于15度等。此外还要求这类电风扇的俯角，当调到最大角度时处于摇头运转时，其网罩均不应与其立柱相碰。

（四）寿命

（1）电风扇在正常条件下，经5000小时的连续使用后，仍应能正常运转。

（2）电风扇的调速开关，在电风扇的最大负载时，经5000次通断仍能正常使用。

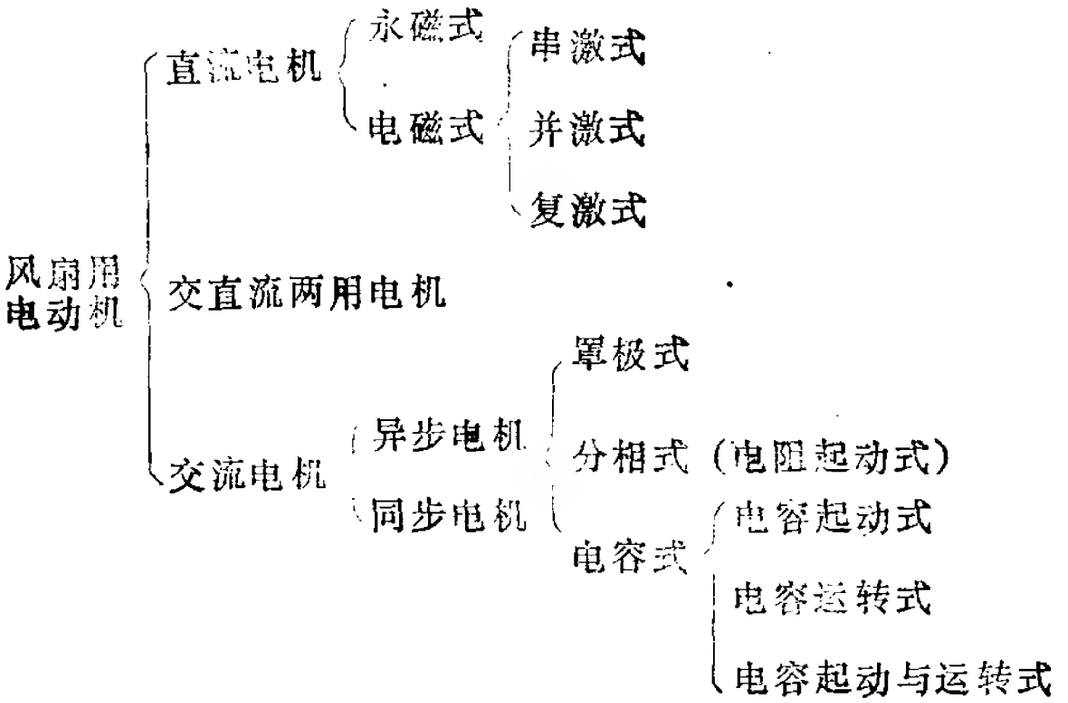
（3）电风扇的摇头机构经2000次操作；扇头轴向定位装置经250次、仰俯角调节装置、立柱高度调节装置和螺旋夹紧件经500次操作后，均不得造成零件损坏及调节失灵。

第二章　风扇电动机

第一节　概　　述

一、分类型式

电风扇是一种消耗电能获得机械能，带动风叶旋转产生风而为人们服务的器具。这种能量转换是通过电动机，简称电机来完成的。为适应对风力的不同要求，在确定风叶情况下，风量决定转速。因此，极需采用各种调速装置以控制电机转速。从上可看出电风扇的核心部件实质上就是电机与电机调速装置。电动机按其使用电源及结构原理的不同分类如下：



其中使用最广泛的电机是电容运转式异步电机。因此本章重点讨论，其次是罩极式异步电机。

二、单相异步电机

异步电机是指其转子转速略低于定子旋转磁场转速的交流电动机，正是由于这二个转速存在的差异才得名异步电机。这种电机的转子电流不是由电源供给，而是靠定子磁场感应出来，故又名感应电机。这种电机的转子不设线圈，而是由转子槽内嵌铜条围绕着转子轴心均匀排列，并由转子两端的端环短接在一起；或者端环槽一次铸铝成形，这二种转子布局都很象一只鼠笼故又得名鼠笼式电机。

（一）结构

单相异步电机一般由定子、转子、机座和端盖等四大基本部件组成。

1．定子　定子由定子铁芯和定子绕组两部分组成，见图1。

定子铁芯用0.3—0.5mm厚的矽钢片冲制成形的迭压铆合而成。定子冲片外缘可呈圆环形也可呈方环形，内圆有槽供安放定子线圈用，见图2。

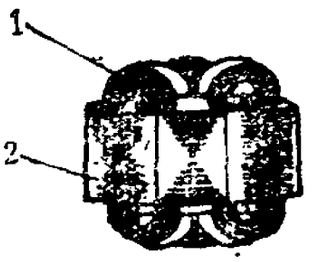


图1　定子结构
1.定子绕阻　2.定子铁芯

定子绕组是用高强度漆包线绕在线模上，然后从线模上取下线圈嵌入定子槽内。

2．转子　转子由转子铁芯和转轴组成，见图3。转子铁芯用0.3—0.5mm厚的矽钢片冲制成形后迭压而成。转子冲片的外圆有槽，供嵌铜条或铸铝用，见图4。转轴多用中

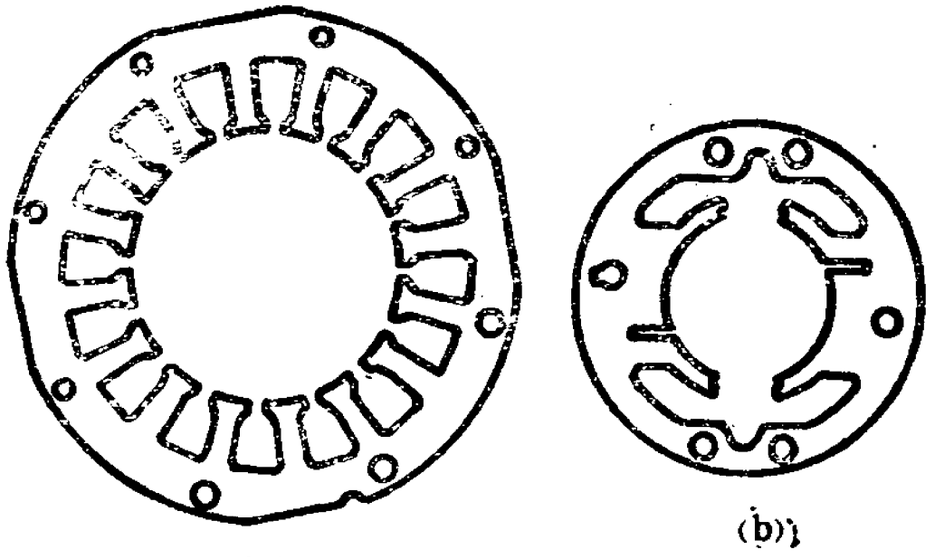


图2　定子冲片
(a) 电容式电机　(b) 罩极式电机

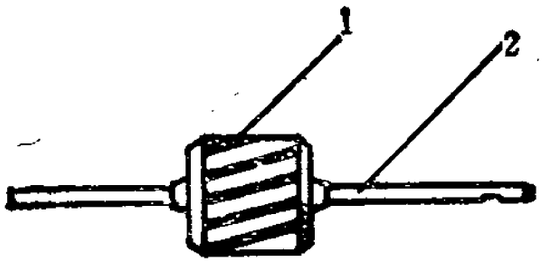


图3　转子结构
1.转子铁芯　2.转轴

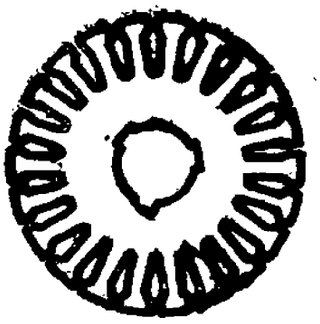


图4　转子冲片

碳钢车制而成，转轴与转子铁芯内孔成紧配合，不能松动。

3．机座和端盖　机座用以固定定子，其结构因需要不同而差异很大。也有的电机省略机座，直接用定子外缘部分代替。端盖分前后二个用以安装轴承以支撑转子。轴承采用滚动或滑动轴承。机座和端盖的连接必须保证内外圆的同心，它们常用的材料有铸铁、铸铝和钢板三种。

（二）工作原理　从电磁学可知，导体在磁场中做切割磁力线运动，或者导体不动磁场运动，则都将在导体中产

生感应电流。因此当电机接通电源，使其定子绕组的磁场旋转，则转子中就会产生大小和方向均随磁场旋转而变化的感应电流，其间的相互运动便推动了转子的旋转。

为了使定子在通以单相交流电时能产生旋转磁场，单相异步电机的定子设有两个绕组，即起动绕组和运行绕组又称副绕组和主绕组。两个绕组在空间相隔某角度，并采用种种方法使通过起动绕组的电流在相位上与运行绕组中的相位差尽可能接近90度的电气角度，这两个绕组电流的综合作用就产生了旋转磁场。而异步电机的分类就是按产生定子绕组电流相位差的方法来分类的，有罩极式，分相式和电容式三类。因此电机设计的好坏，主要在于电机绕组的电阻和电抗比值的匹配，以获得尽可能是圆形的旋转磁场。

第二节　电容式电机

单相异步电机仅靠二个绕组间的相位差产生的定子旋转磁场并不是理想的圆形旋转磁场，因此起动性能不好。为改善其起动性能，可在起动绕组电路中串联一电容而成为电容式电机。电容在这里所起的功能叫移相作用，叫移相元件。电容式电机的共同特性是起动电流小而起动转矩大，功率因数大且效率较高，过载能力强，运行平稳。

电容式电机按电容的连接方法的不同及起动开关的使用不同，又可分为电容起动式、电容运转式和电容起动运转式，它们的运行特性也有各自的特点。由于电容运转式电机可以不设起动开关又便于实现调速(在其绕组中串接电阻或电抗，

即可减速），因此它是电风扇中使用最普及的电机，本节主要论述电容运转式电机。

一、电容式电机的特性

电容式电机的起动绕组和运行绕组在定子槽内两两相间45°排列，使之空间上成互差90度的电气角。每组绕组的每个线圈不论何时都应保持正负相间的极性。

（一）电容起动式电机 电容起动式电机的外形结构与分相式电机极为相似，所不同的是在起动绕组回路中串联离心起动开关和电解质电容器，见图5，当电机起动后转速达到额定转速的75.80%时，离心力增大使起动开关断开，即起动绕组断路，电容器也断路便进入正常运行。电容起动式电机的主要特征是起动转矩大，约为额定转矩的3倍，且转速稳定，因此可用于重载起动。它的另一特点是便于实现反转，只要将起动绕组或运行绕组中的任一个两接头换接便可。电容式电机的缺点是功率因数低，过载温升大，且过载时间短。

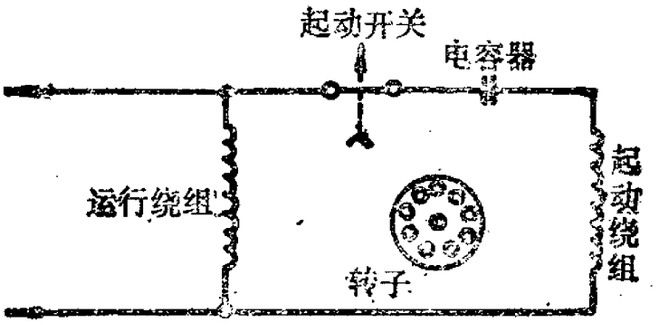


图5 电容起动式电机原理

（二）电容运转式电机 电容运转式电机是在电容器与起动绕组的串联电路上不设起动开关，而把两绕组与电容器均接于电路中，见图6。电容运转式电机的设计关键是选

择恰当的主副绕组的匝比和电容器容量，使之与该电机带动已定风叶于额定状态运行时获得较好的圆形旋转磁场，从而使电机有较高的效率和较低的电磁噪声。目前风扇所用的匝比多在1.0—1.5的范围内。电容器的容量对台扇为1—2μF；吊扇为1—2.4μF；排气扇为1—4μF；其容量公差一般为±5%。因电容器容差过大将对风扇运行性能带来影响，通常正容差会使风扇输入功率增大，转速稍有增加，起动也稍有改善，反之亦然。

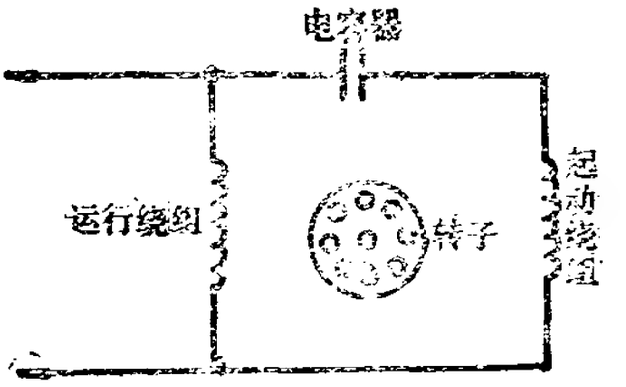


图6　电容运转式电机原理

对具有调速要求的风扇，要想在同一匝比和电容量下得到各档的圆形磁场运行是不可能的。当然适当地改变各档运行时的主副绕组匝数或电容量，使每档都运行在圆形磁场是能够做到的，但这会使电机的工艺复杂和造价增高，因此事实上往往是侧重标准要求的快档指标而兼顾中慢档的性能。

（三）电容起动运转式电机　电容起动运转式电机的起动绕组及运行绕组均固定接于电路中，除在起动绕组中串接一电容量较小的电容器供运转时用外，还另接一电容量较大的电容器(与起动开关串联再与小电容器并联)供起动时用，当电机达到正常转速，大电容器即断开，见图7。所以这二只电容器实际上可做成一只双值电容器。

二、电容式电机的电容器

电容式电机采用的电容器大多为油浸纸介质电容器，也

有少数采用金属膜电容器，前者比较耐用，但价格高体积较大；后者虽造价低体积小，但介质损耗较大，容易减少快，使用寿命较短。此外，金属膜电容器还具有击穿自复作用，即尽管氧化膜很薄，容易击穿，但由于击穿处有漏电通过电介质，使它产生氧化作用形成金属氧化层而自愈，不过当电介质用尽时，此电容器就不具击穿自复作用了。

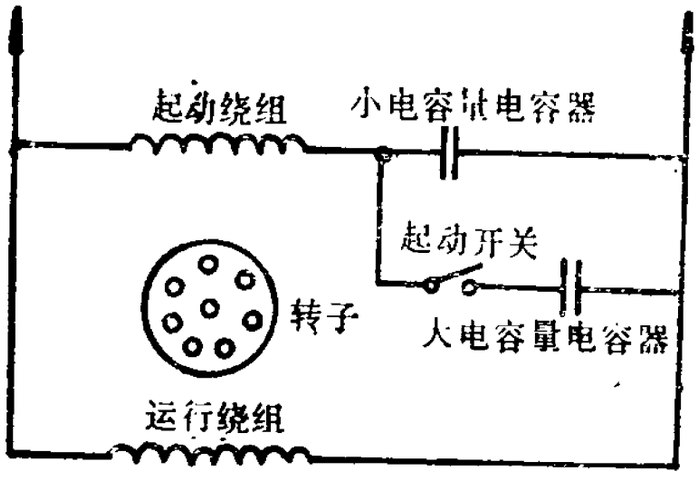


图7　电容起动运转式电机原理

对电容式电机的电容器要求一是电容量准确，二是在工作电压下安全可靠。另外还要求其密封工艺好，对地耐压高，以保证整机能经受防潮和耐压强度的试验。

第三节　罩极式电机

罩极式电机旋转磁场的获得是依靠定子磁极上被罩部分与非罩部分的磁力线电气角差，而这个电气角仅为20—30度，因此罩极式电机的起动转距小、效率低，但它的结构简单，成本低，特别适用轻负载起动的10英寸以下的小风扇。

一、结构

图8为罩极式电机的典型结构，它与电容式电机的不同处在于定子冲片的槽子少而大，一般为4个内凹圆形大槽，

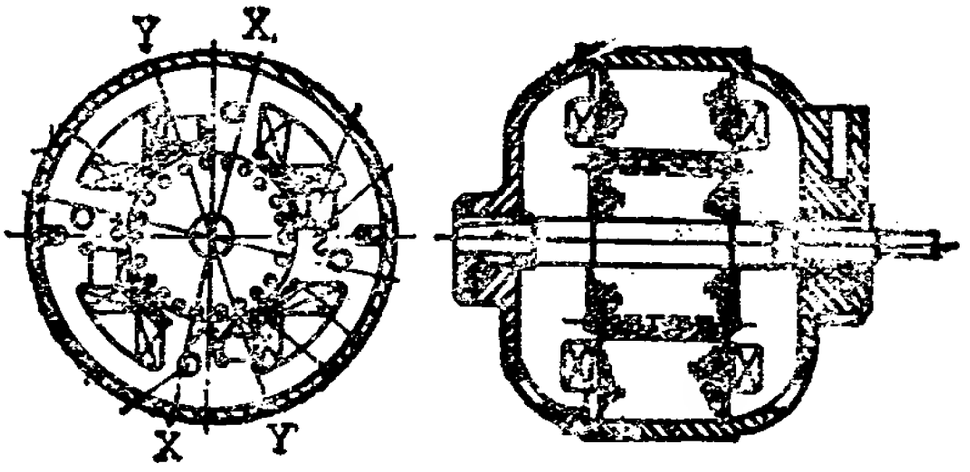


图8　罩极式电机结构

旁边还各有一个小槽，见图 2 。大槽上嵌有激磁绕组，用漆包线绕制而组成 4 个磁极（一对N极和一对S 极），4 个线圈串联起来，使其磁性相互交替。小槽中放裸铜圈而成为罩极。此外，每相邻二个磁极间均设置一漏磁片，增加磁场强度。

二、工作原理

当定子激磁线圈通以交流电时，使罩极线圈产生感应电流，这二个电流都将产生磁力线，但磁极被罩住部份的磁力线比该磁极未罩部份的磁力线滞后些，致使电子磁场失衡。当线圈中的电流为最大值时，N磁极上未罩部分的磁通亦为最大值，故最大磁通在中心线X—X上，见图 8 。随着交流电方向和大小的瞬变，瞬间最大磁通又会移至Y—Y线 上。同理这一过程也将在S磁极上出现。这样循环反复下去 造成一个不完全的旋转磁场，而转子中也就有了感应电流，它与这个旋转磁场相互作用，便使电机旋转起来。

三、性能特点

（一）起动容易及反转难　罩极式电机无需另加起动装

置及元件，接上电源即可起动。它的旋转方向是由罩极线圈的位置来决定的，即必然是从未罩磁极部分向罩极部分转动，所以一旦电机制成，罩极线圈固定，就只能单方面运转而不能反转；如需反转，势必要动结构，十分麻烦。

（二）转速恒定 罩极式电机的同步转速与电源的频率成正比，与定子的极对数成反比，其数学表示式为 $n=\frac{60f}{p}$，式中n为电机转速，f为电源频率，p为定子极对数。从上式可知，罩极电机的转速与负载大小无关。因此它转速恒定，即使负载发生变化，其转速也变动不大。

（三）噪声低 罩极电机的零件精度高，转子平衡好，在定子磁通不大时，足可以消除因磁通脉动而引起的震动，故它可以做到接近无声运转。

（四）效率低 罩极式电机由于磁极外露，使产生的磁通不能按正弦分布；罩极线圈即起动线圈在起动后没有断开，故而它的效率一般均要比其他微电机低8—15%。故它的设计功率都很小，一般为几瓦到几十瓦。

（五）起动转矩小 罩极式电机的起动转矩较小，一般只有额定转矩的30—50%，因此它不适用于需满载起动的场合，这是因为罩极线圈要占去整个磁极表面的30%左右。

第四节 电动机的调速方法

风扇电动机的调速，从功能上来说主要是减速。其调速原理都是应用调节绕组磁通，从而改变转差率来进行的。调

速具体方法按所配电动机的类型而定，常用有电阻法、电抗法和抽头法。对直流风扇或交直流两用风扇应用电阻法，即在电枢回路中串接电阻器，通过电阻器的不同抽头与调速开关相联接来造成供给电机的端电压的变化，从而改变串激绕组的激磁，得到不同的转速。对交流异步电机则采用电抗法和抽头法。本节着重叙述电抗法和抽头法。

一、电抗法

对交流异步电机无论是罩极式还是电容式，都可利用加入一个阻抗与电动机较为匹配的电抗器（即扼流圈），通过调速开关对电抗器线圈数的多少来调节外施电压在电抗器与电动机间的分配（也就是降压多少后再向电动机供电），从而使电机有不同的转速。电抗法特点是制作简单，容易调整风扇各档调速比，但电抗器本身要耗用矽钢片和漆包线。还增加了风扇的耗功，降低电机功率因数。其接线原理见图9和图10。

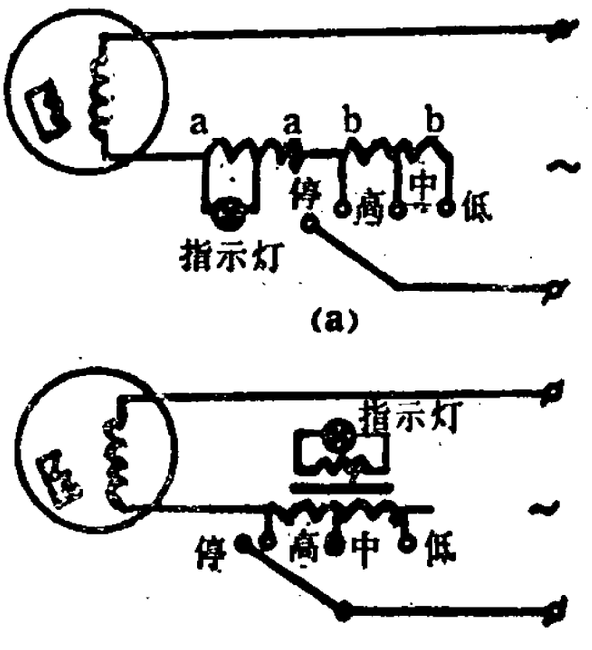


图9　罩极式电动机用电抗器调速接线原理图

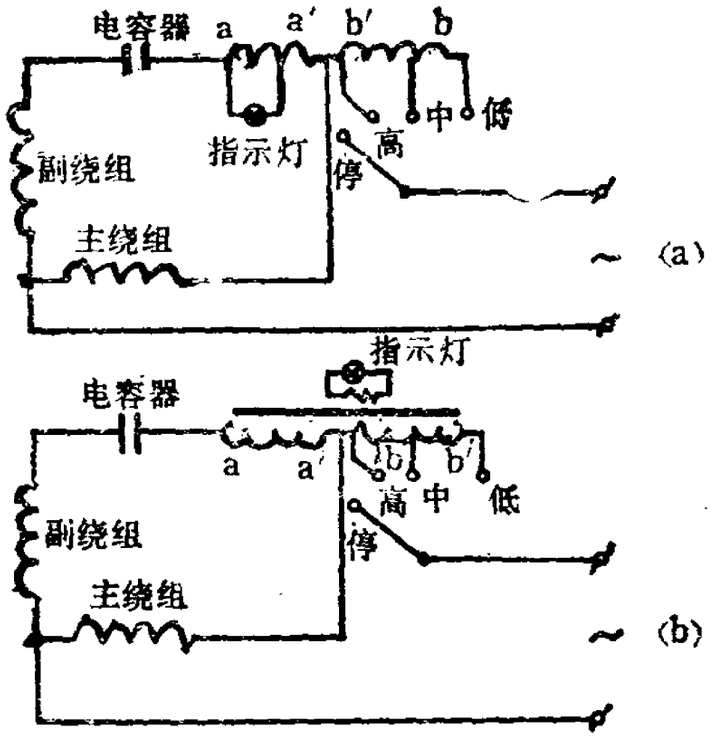


图10　电容运转式电动机用电抗器调速接线原理图

电抗器按其用途可以分为两种，一种只用作降压调速，如图9(a)和图10(a)所示；另一种则兼作指示灯电源，如图9(b)和图10(b)所示。图中线圈aa′作为自耦变压器向指示灯供电，也可将指示灯跨接的线圈与线圈aa′隔绝成为一组独立的次级线圈，线圈bb′用来降压调速。

在罩极电机中应使两线圈aa′与bb′的始端和末端相接（即顺接）；而在电容式电机中，因副绕组电流在调速范围内变化较小，常可将aa′线圈接在副绕组中，总之要将两线圈的始端或末端相接（即反接），以减少在调速范围内电抗器铁芯中磁势的波动幅度，使指示灯亮度基本保持稳定。风扇调速器的主要技术数据见表7。表中最末一栏的“相配合的电机型式”，见附录1—2。

表7 风扇调速器的主要技术数据

类别	规格(mm)	铁心尺寸 型式	铁心尺寸 外形尺寸(mm)	铁心尺寸 窗口尺寸(mm)	铁心尺寸 迭厚(mm)	调速线圈 线规(mm)	调速线圈 匝数	电珠线圈 线规(mm)	电珠线圈 匝数	电珠线圈 电压(V)	相配合的电机型式和序号
台扇	200	U	φ10			φ0.17	1600				罩极式1
	250	E	63.4×60.3	38.1×12.7	13	φ0.17	1400+200+200	φ0.17	72+600	6.3	电容式1
	300	E	63.4×60.3	38.1×12.7	13	φ0.27	750+100				罩极式3
	300	E	63.4×60.3	38.1×12.7	13	φ0.17	1100+250+200	φ0.17	70+300	6.3	电容式3
	350	E	φ57	12	18	φ0.21	300+350+250	φ0.19	70	4	电容式5
	400	E	63.4×60.3	38.1×12.7	17	φ0.41	380+70				罩极式4
	400	E	φ57	12	18	φ0.23	640+300+200	φ0.19	65	4	电容式7
顶扇	350	E	φ57	12	18	φ0.23	200+850+350	φ0.19	70	4	电容式9
	400	E	φ57	12	18	φ0.29	190+520+220	φ0.19	65	4	电容式10
吊扇	900	E	63.4×60.3	38.1×12.7	18	φ0.38	250+100+100+100+100+100				罩极式5
	1200	E	63.4×60.3	38.1×12.7	18	φ0.27	380+120+110+100+100+100				电容式13
	1400	全封闭		40×60	20	φ0.38	414+69+81+43+73+88				电容式14

二、抽头法

抽头法系利用改变电动机定子绕组线圈匝数，从而使在相同的外施电压下使至绕组每匝电压发生变化，以此来调节磁通，改变转差率。其特点是不需另加外接电抗器，故用料省，电机耗电少和功率因数高，为此特别适用于罩极式电机的调速。

抽头法调速由于绕组抽头数多，扇头与调速开关间的连接线也多，致使绕组及嵌接线所费工时多，且难以控制调速比，故它的使用范围受到影响，例如吊扇因调速部件远离机头，无法实现抽头调速。

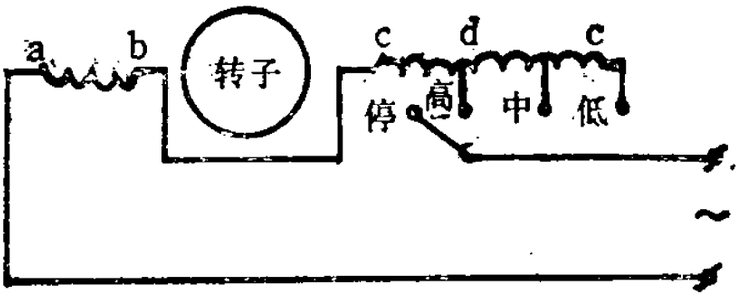


图11　罩极式电动机绕组分配示意图

图11为罩极式电机抽头法调速的绕组分配示意图，其中AB和Cd为定子绕组，而dE为调速绕组，两者串联后跨接于电源，从调速绕组dE上引线与调速开关相接，构成了快、中、慢档。

一般用于电容运转电动机的抽头法，定子绕组都由三部分组成，即主绕组、副绕组和用于调速的中间绕组，而中间绕组与主绕组在空间相位上应予一致。根据需要中间绕组可设计成不同的匝数和线规，副绕组则安放在与主绕组移相90度

电气角的槽里，这时可有三种联接方法。图12为副绕组接在低速抽头上；图13为副绕组接在高速抽头上；图14为副绕组直接接到线路上。

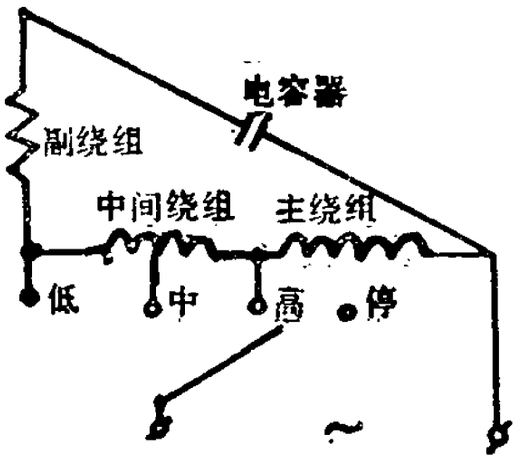


图12　副绕组接在低速抽头

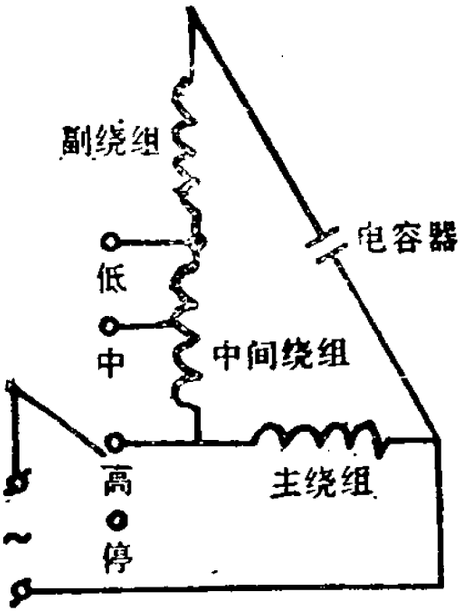


图13　副绕组接在高速抽头

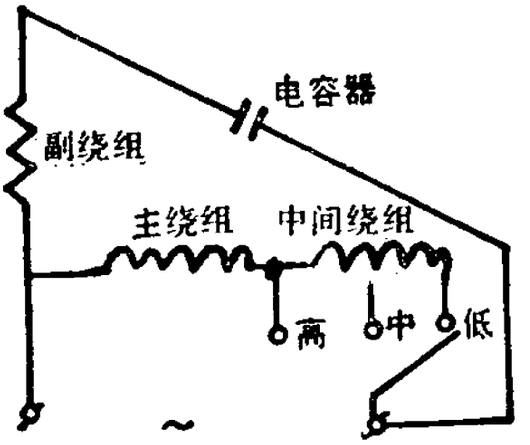


图14　副绕组直接接到线路

需要注意的是上述这三种联接的抽头，如果接错将会使电容器的端电压高于其工作电压而击穿同时烧坏电机，反之也有可能造成电机转速偏低，甚至不能起动，同样会烧坏电机。

第三章　电风扇的结构

第一节　台 扇 类

一、台扇

台扇主要由风叶、网罩、扇头和底座这4部分组成，见图15。其中扇头又包括电动机、连接头和摇头装置。

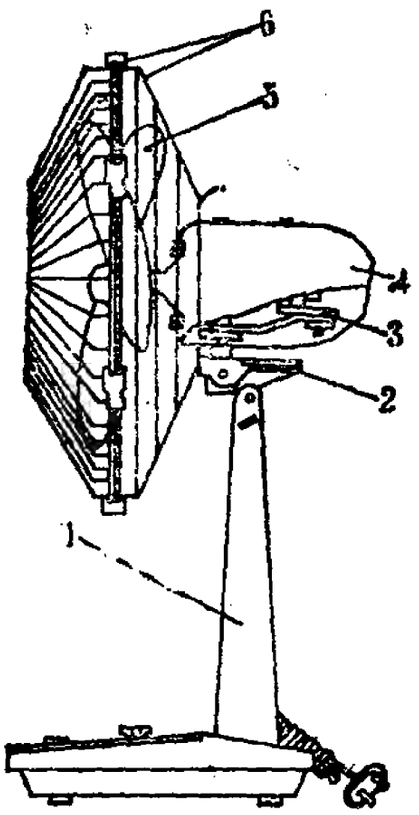


图15　台　扇
1.底座　2.连接头　3.摇头装置
4.电动机　5.风叶　6.网罩

（一）电动机　电机是风扇的动力来源，根据电机特性，一般250mm以下台扇采用罩极式电机，而250mm以上的台扇则采用电容运转式电机。对摇头风扇的电机，其主轴为两端出轴，前端装风叶直接带动，后端利用蜗杆蜗轮带动摇头机构。

台扇的电机一般为防护式，其定子铁芯常以0.5mm硅钢片迭压铆合而成，定子槽内嵌入绕制成形的单层或双层绕组，而后对其进行绝缘处理；

转子则为铸铝鼠笼式，转子铁芯与转轴间用压铸，滚花压装，热套等工艺来紧固。

为减少噪声，电动机多采用铜基粉末含油轴承，常用的有管形与球形两种。球形含油轴承能自行调整中心，装配较方便，但其与轴配合长度短而易于磨损，且因轴承座属于弹性结构，运转噪声也比管形轴承大；管形含油轴承运转噪声低，也较耐用，但它对电动机零部件的同心度加工要求较高。目前又有介于二者之间的用球形和管形各一只轴承配对使用。

1. 冲片尺寸　冲片尺寸的大小将影响扇头尺寸、电机性能和风扇外观造型，台扇的常用冲片尺寸见表8。

表8　台扇电动机的常用尺寸

风叶规格(mm)	电机型式	极数	定子外径(mm)	转子外径(mm)	铁芯长度(mm)
200	罩极式	2	φ59—60	φ27.3—29.3	25—32
250	电容式	4	φ88（方边79）	φ44	20
300	罩极式	4	φ88（方边79）	φ44	32
	电容式	4	φ78—88	φ43.8—45.8	20—26
350	电容式	4	φ88—88.5	φ44—48.3	25—32
400	罩极式	4	φ108(方边95.7)	φ50.3	32
	电容式	4	φ88—88.5	φ44—48.3	32—35

2. 极数、槽数和槽配合　电动机的极数与转速有关，它取决于风扇使用要求和风叶的安全速度。台扇使用要求宁静，故除200mm台扇可用2极电机外，其余均为4极。

较多的定子槽数可减少磁噪声强度，从而使相同尺寸的电动机的输出功率、最大转矩、效率和功率因数都能有所增

加。但过多增加会使槽的有效利用率减少，齿的强度下降，并使冲模制造困难；反之减少槽数则会使电机的绕组造价降低，提高槽满率，但太少会使电机性能变坏。通常定子槽数的上限取决于定子冲片的尺寸，而其下限则取决于对电机的性能要求。

电动机定转子的槽配合对其运行性能和噪声有着重要的影响，为满足各项指标要求，并有利于绕组的安排，一般选择定子每极每相槽数为偶整数。配合方式为斜槽，一般转子的斜槽数取相当于一个定子齿距的转子槽数，因为斜槽可以减少由于齿脉而引起的电磁噪声。

台扇电动机常用的槽配合和斜槽数，见表9。

表9　台扇电动机常用的槽配合和斜槽数

极数	定子槽数		转子槽数和斜槽数（以转子槽数计，记于方括号内）	
	罩极式	电容式	罩极式	电容式
2	4		13〔1$\frac{1}{2}$〕、15〔1、1$\frac{1}{2}$〕、18〔1〕	
	8		17〔1$\frac{1}{2}$〕、20〔1〕、22〔1、1$\frac{1}{2}$〕	
4		8		17〔1$\frac{1}{2}$、2〕、25〔1$\frac{1}{2}$〕、26〔2、2$\frac{1}{2}$〕
		16		17〔1、1$\frac{1}{2}$〕、22〔1、1$\frac{1}{2}$、1$\frac{1}{2}$〕
6	12	24	22〔1〕	30〔2〕

（二）风叶

风叶是风扇推动空气流动而作功的主要部件，风叶的好坏直接影响到风扇的风量，风压、噪声和耗电等主要性能指标。

1．风叶型式　为使风叶在旋转时能让吸入的空气逐渐均匀地升压，以减少空气流动的阻力，叶片的送风面都做成

类似飞机螺旋桨的流线型。整个叶片从叶根到叶梢的各个断面具有不同的扭角，扭角增大，则风量增大，功率增大，但当扭角太大时，将使功率，噪声增大而转速下降，导致风量反而增加不大。经多次试验，台扇风叶的最佳扭角是16度。

风叶的叶片数与风量、风压和噪声有关，通常叶片数多时风压较大，但同时噪声也随之增大。由于台扇的使用场合是大气空间，故对风压要求不高，为节省材料，台扇风叶大多为 3 — 4 片，现普遍为 3 片。

2．常见的台扇风叶

台扇风叶的常见叶型多为芒果形和螺旋桨形，小规格风扇也有用芭蕉形前二种风叶在径向各断面的形状和尺寸都不相同，图16示出的几种扇叶形状和400mm台扇风叶的扭角，断面形状的变化情况。

3．台扇风叶的材料、结构和工艺　台扇风叶大多用

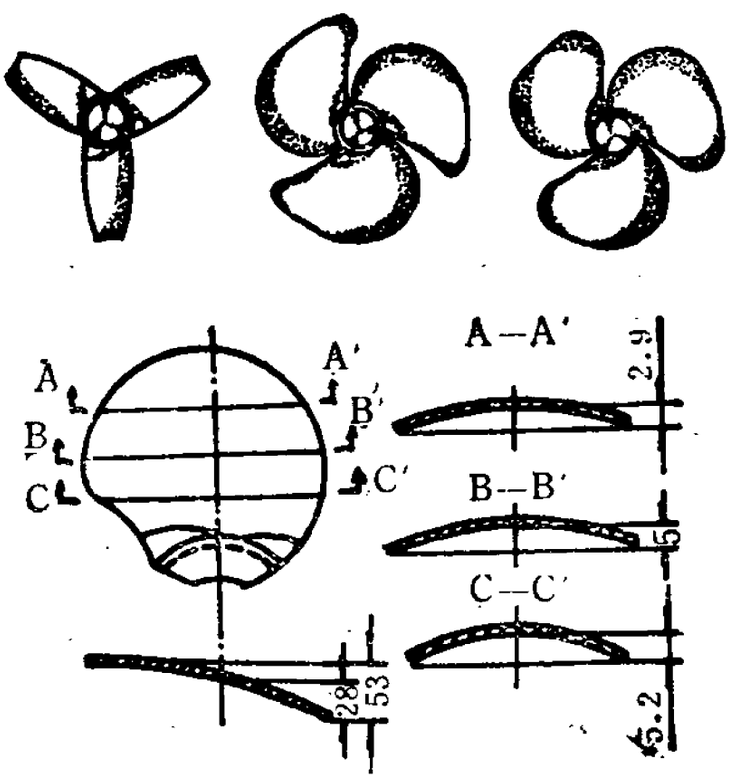


图16　台扇的风叶

1.2—1.5mm的铝板（工业台扇也有用铁板）冲制成叶片后用铆钉铆装在支架上而成的。为使风扇运转平稳而在铆合后必须再校平衡。也有采用整个风叶冲压成形的，其优点是比叶片铆合后再校平衡的更稳定。但必须要有刚性好的风叶支架固定。随着塑料工业的发展，目前已有不少风扇采用塑料风叶，一般为聚苯乙烯改性有机玻璃或ABS塑料，制作工艺为注塑成形生产效率高。这类风叶重量轻，耐腐蚀性强，但机械强度仍比不上金属风叶。

风叶与电动机轴伸一般通过制动螺钉来传递转矩，对小规格风扇也有采用旋转带有螺母形的风叶罩来收紧套筒内孔，通过套筒内孔壁与轴的摩擦来传递转矩。

（三）摇头装置 风扇电动机除驱动风叶外还驱动摇头装置，其摇头装置则由减速机构，控制机构和四连杆机构这3部份组成。

1．减速机构 为使台扇使用中风向能自动平稳的左右摆动，并在全速运转时保持摇摆次数在4—7次/分的范围内，通常从电机主轴到摇头装置一般采用两级减速。第一级是蜗杆蜗轮减速，通过电机主轴上的蜗杆带动与之啮合的蜗轮来完成的；第二级由蜗轮所在的齿合轴平杆带动摇头盘（直齿轮）来完成的，从而使连接在摇头盘上的曲柄连杆做往复运动。要求摇头盘的转速为：$n=\frac{Z_1\cdot Z_3}{Z_2\cdot Z_4}=4—7$转/分，

式中n为电机转速（转/分），Z_1为蜗杆头数，Z_2为蜗轮齿数，Z_3为平杆的齿数，Z_4为摇头盘的齿数。

2．控制机构 台扇的摇头控制机构有多种结构型式，

图17所示是一种应用最广泛的离合器式摇头控制结构，它借助齿轮箱内离合器的作用来操作牙杆的转动与否，以达控制摇头的目的。离合器的动作可通过软轴与翘板相联结，在底座的面板上进行控制；也可将离合器与牙杆组合成一体，并将牙杆放长伸出扇头后罩壳，以便用手掀拨牙杆直接进行控制。

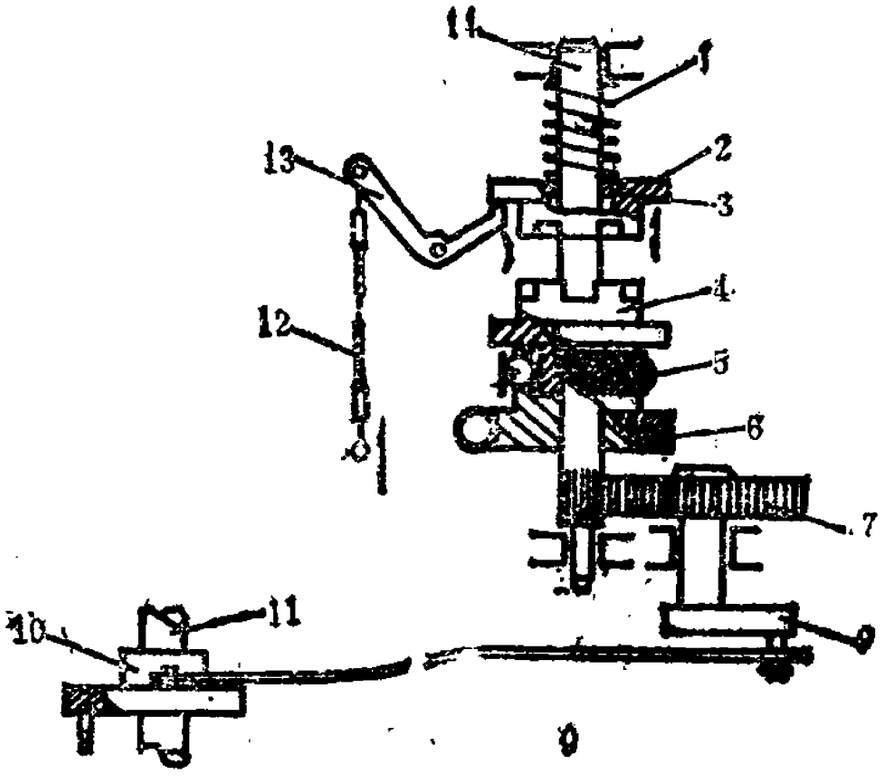


图17　离合器式摇头控制结构

1.离合器压缩弹簧　2.离合器上齿　3.销子　4.离合器下齿
5.钢珠　6.斜齿轮　7.摇头直齿轮　8.曲柄　9.摇摆连杆
10.调角盘　11.前盖中心轴　12.软轴　13.翘板　14.牙杆

小规格台扇则常用摇盘式摇头控制结构（图18），它借助连接头滑板上的销钉卡入摆盘缺口的动作来操纵摆盘从而控制台扇的摇头。摆盘的动作可用软轴与滑板相联，以在底座面板上进行控制，也可用拉杆与滑板相联而直接在连接头后面操作。摆盘式摇头结构比较简单，工艺方便，但操纵起来没有离合器式轻便，且该结构滑板上的销钉需要有一定的

时间才能卡入摆盘缺口处，故不能使摇头动作在操作开关时及时停止。

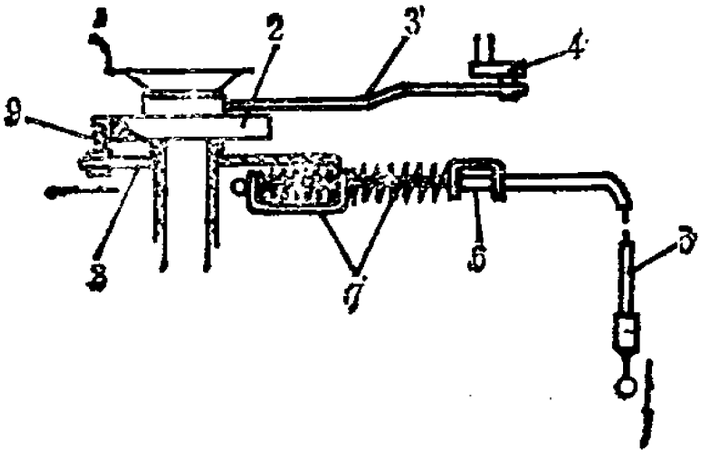


图18　摆盘式摇头控制结构

1.电动机　2.摆盘　3.摇摆连杆　4.曲柄　5.软轴　6.拉杆
7.弹簧　8.滑板　9.扣杆

比较简单的台扇摇头控制结构是螺旋式摇头控制结构，见图19。它装置在扇头的后半部。螺杆直通电机减速齿轮箱，用螺杆左右旋转来直接控制斜齿轮的上下运动，以达到与转子蜗杆的脱离或啮合，使台扇摇头或停摇。

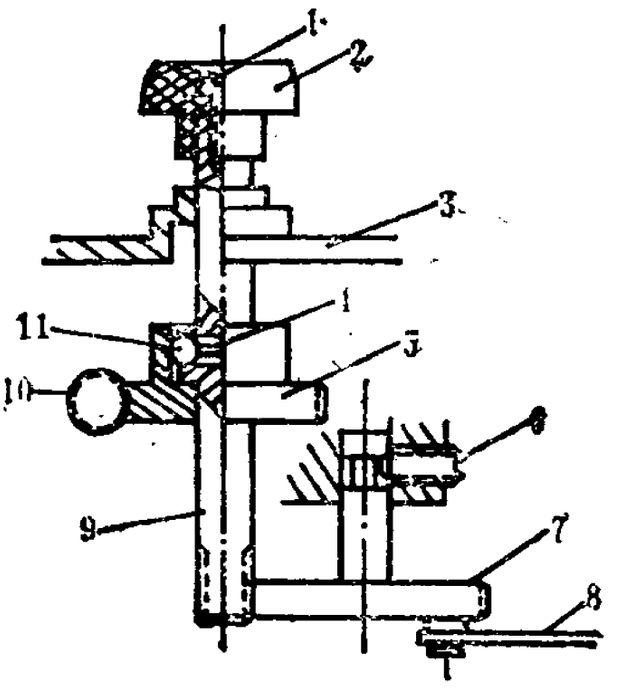


图19　螺旋式摇头控制结构

1.螺钉　2.摇头手柄　3.齿箱盖　4.弹簧　5.斜齿轮　6.螺钉　7.直齿轮　8.摇摆连杆　9.齿合轴　10.转子轴　11.钢珠

为使风扇在摇头受阻或机件出现故障时不致损坏摇头装置，烧坏电机，因此在摇头控制机构中应设有过载保护装置。图20中的两颗钢珠借助弹簧夹的

压力固定在下离合块的锥形座上，同时蜗轮通过它上部边框缺口套在钢珠上，与下离合块相连。在正常摇头运行中，蜗轮带动牙杆一起转动，但当摇头受阻时，需要转动牙杆的力矩就增大，当钢珠上阻力不足以带动牙杆来克服外加的阻力矩时，钢珠就会从锥形座内滑出，随蜗轮环绕着下离合块空转，同时发出“嗒嗒”声，此时牙杆不再转动，风扇摇头中止，但风叶仍照常旋转。

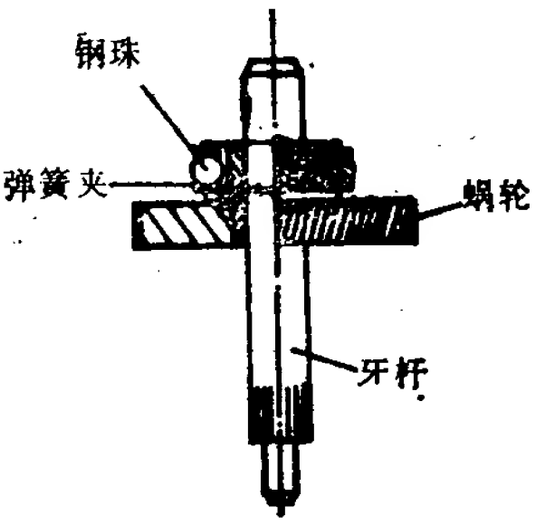


图20　摇头受阻保护装置

3．四连杆机构　台扇的摇头运动是依靠四连杆机构来实现的，见图21。图中A盘在离合器式控制机构中为调角盘，可使扇头左右偏转至所需位置，调角盘定位，风扇便按此为中心对称摇头送风。在摆盘式控制结构中A盘是一个带缺口的摆盘，另一个为摇头盘，其间矩为r_4，有一个长度为r_2的连杆分别与两盘上偏心为R_1，R_3的销钉相铰联。R_1、R_2、R_3、R_4即相当于四根连杆。在此机构中，如以R_1做为

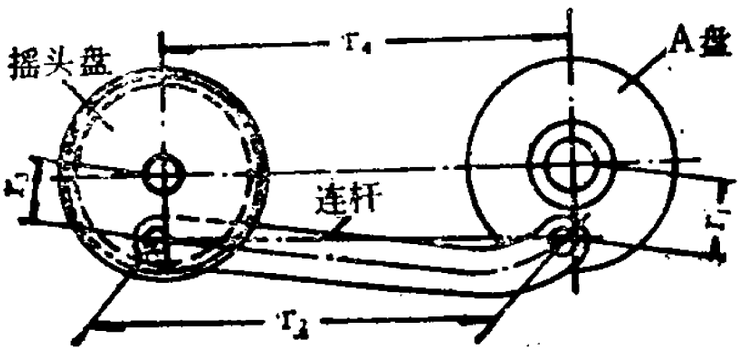


图21　台扇的四连杆机构

机架，则由于R_3的转动，R_4和R_2即做往复摆动，带动扇头作往复摇头。

（四）其它部件

1．网罩　台扇采用软性橡皮风叶的200mm以下的台扇外，都应装有网罩，以防人体触及风叶而发生危害。要求网罩应有足够的机械强度与刚性，同时要求网罩有美观的造型和耀目的光泽。

除小规格或特殊用途的台扇采用整体网罩外，一般网罩都分前后两部分。网罩的疏密将对台扇的风量有影响。国际电工委员会规定人手指不应能插入网罩钢丝间隔内，这种密网罩将减少台扇的实际出风量，目前台扇的网罩一般都没有达到此要求。为既不减少风量，又达到安全使用，研制成功的感应式电子防护装置应用在台扇上，当人手触及网罩时，风叶即会停止转动，当人手离开时，风叶又会自动恢复转动。

2．底座及控制器件　台扇的底座一般由立柱、底板和面板组成（也有把立柱和底板合为一体的）。要求台扇底座应稳定不动，即使在扇头俯仰或摇头时也不能倾倒。因此底座应有一定重量，支撑面积也不可太小。底座的面板上装有各类控制器件，如调速开关，摇头控制按钮，指示灯，定时开关等等。底座面板常用铝板印有装饰图案，并经阳极氧化，使之美观大方。

台扇调速开关普遍采用3—5档的琴键开关。有的根据需要可使其中一个作为单独控制指示灯的开关或作为副相接在线路上运行时的电源开关。要求琴键开关触头接触良好，在额定电压和最大负载电流下经5000次分合试验后仍能正常

使用，在连续操作时开关结构应保证不得同时接通两个调速档位。

风扇定时器的主要功能是控制风扇开启时间，到调定时间后自动关闭。定时器分机械式和电子式二种，定时时限常用45分钟和60分钟，现发展到有2小时，3小时的定时器。目前大量使用的是机械式定时器，它由发条带动计时齿轮机构动作，继而带动一与触头接触的凸轮装置旋转。当到达定时时间后，该凸轮形装置转向凹处，使与电源串联的一对常闭触头打开，从而断开电源使风扇停转。在不使用定时器时，应将定时旋钮置于使与电源串联的一对常闭触头闭合的位置，否则将无法启动风扇。

二、台扇的派生产品

改变台扇的底座形式可以派生出台地扇、落地扇、壁扇和台壁扇4种，故又可把这些风扇统称为台扇类产品。台扇类产品都具有同样结构形式的扇头，因此它们的电动机、风叶、网罩和摇头装置也都与台扇完全一样。

（一）台地扇和落地扇 图22所示为台地扇的外形图，图23为落地扇的外形图，这二种风扇的共同特点是扇头高度根据需要可通过底座上的升降杆来调节，一般台地扇的调节高度不小于150mm，落地扇则不小于300mm。台地扇适用于放置在桌上或地面，故它的底座较台扇大而较落地扇小，调节高度也小；落地扇只能放置在地面使用，要求底座稳定，调节高度也就较大。电器操作件，台地扇一般仍放置在底座，但也可放在扇头下面；而落地扇则把电器操作件全放在扇头下面，总之都为了便于操作。

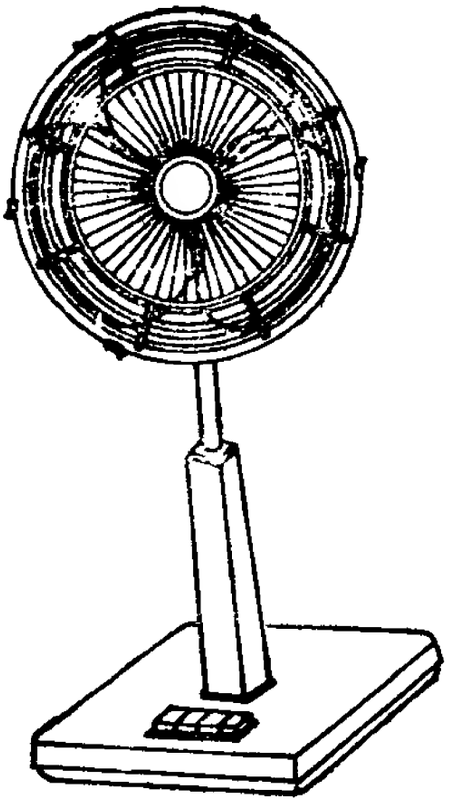


图22　台地扇

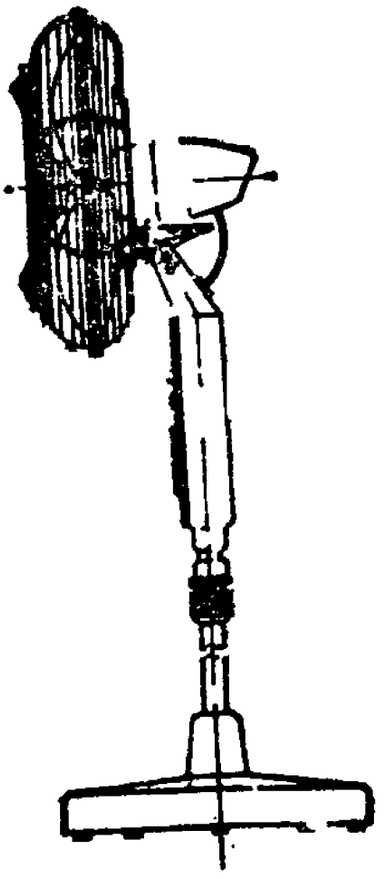


图23　落地扇

（二）壁扇和台壁扇　图24为壁扇的外形图，底座呈狭

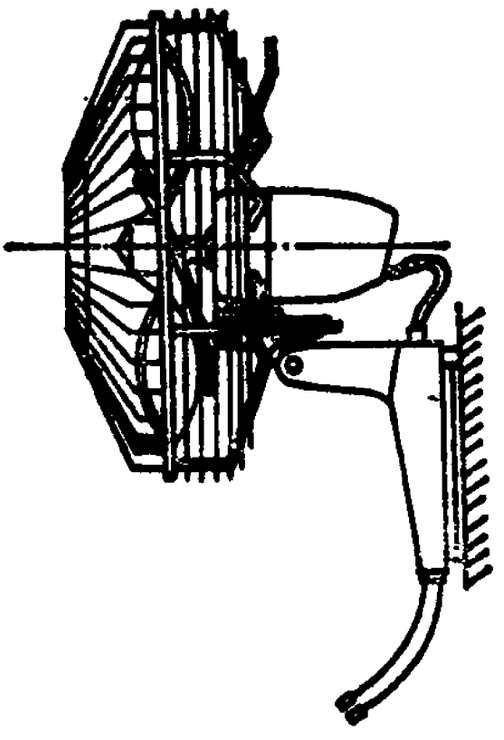


图24　壁　扇

长形，适合于安装在壁上，其摇头和调速的控制采用拉线式开关；但也有采用旋钮式和琴键式开关的。台壁扇的底座与台扇几乎一样仅在底座上有适合于放置壁上的安装孔，它们的共同特点是立柱要比台扇短。

第二节　顶扇、转页扇、径向扇和排气扇

一、顶扇

（一）结构特点　顶扇多数使用于客车、船舱等房顶较低的场所，扇头能做360度的回转摇摆，故它的风叶直径类似台扇大小，但其受风面较宽广，以起到不能装吊扇的场合而起到吊扇的作用。

顶扇电机一般采用封闭型，供电电源为直流或交直流两用，其支撑座架设有与天花板安装的构件，其口不装控制器。顶扇扇头立式向下，电机前轴承采用滚珠轴承，以支撑由转子和风叶所产生的轴向重量，后轴承用固定的管形铜基粉末含油轴承。由于人体触及顶扇的机会较少，并尽可能得到大风量，故其网罩的网格稀疏；此外，顶扇一般不带调速器，因为如果再减速的话，顶扇的风量就起不到吊扇的作用。

（二）回转摇头装置　图25所示为顶扇的回转摇头装置，它由减速机构，摇头唏、摇头连杆和环形支座等组成，顶扇扇头在其外壳两侧用销轴与摇头唏相连，使扇头能绕着销轴轴线XX′在摇头唏内作前后摆动。在与XX′轴线成正交的YY′轴线上另有两根销轴将摇头唏与座架两侧的环形支柱连接起来，使摇头唏能绕着YY′轴线作左右摇摆、摇头连

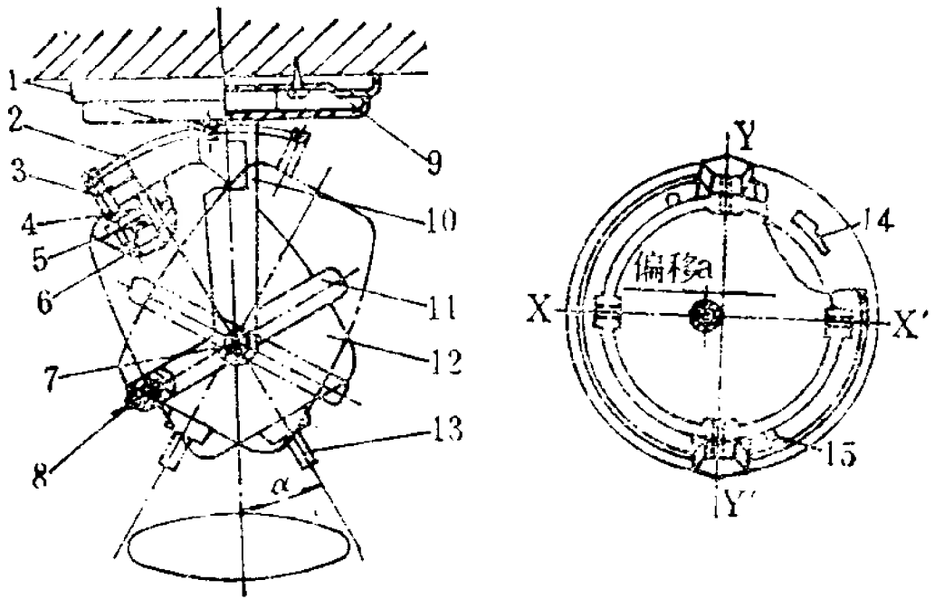


图25　顶扇回转摇头装置

1.球形支点　2.摇头连杆　3.摇头轴　4.传动蜗轮　5.传动蜗杆
6.转轴蜗杆　7.环形支柱销轴　8.摇头圈销轴　9.座架　10.环形支柱
11.摇头圈　12.扇头　13.转轴　14.座架装配槽口4只　15.定位螺钉2只

杆的一端与摇头轴连接，另一端与座架上的球形支点连接，连杆的长度取决于扇头轴线与座架垂直中心线的交角α（一般为30°）及有关尺寸。当摇头轴转动时，摇头连杆以球形支点中心为圆心作回转运动，扇头则作自动连续360°的回转摇头。

二、转页扇

转页扇即出风栅（页轮）可以转动的风扇。当风叶旋转产生的风通过出风栅时，由于出风栅的缓慢转动（每分钟5—6转）使空气流向不断改变而形成向四周散开的主体风吹出，由于页轮的页片按一定角度多方向排列，故即使叶轮不转，这种风扇不需摇头也可交替送风且风力柔和均匀，送风面积大，它是80年代新形批量生产的风扇，为区别于普通风扇，得俗名鸿运扇。

转页扇按外形结构可分成台式和三用式两大类。它们由

电动机、框架、页轮和风叶四大部件组成，除电动机外，均用塑料制成；小部件有定时器、调速开关和页轮控制开关。页轮的调节角度一般为90°、180°、360°。台式转页扇的框架大多呈四方盒型，见图26。现也有座钟型甚至各种艺术造型，框架以薄型为优，有的台式转页扇还装有跌倒开关，可放在床上使用，万一跌倒及时停转。

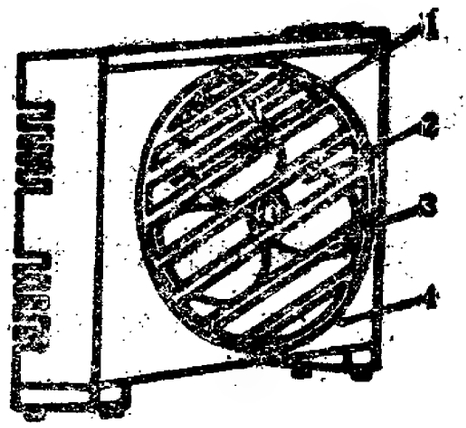


图26　台式转页扇

1.电动机　2.风叶　3.叶轮　4.框架

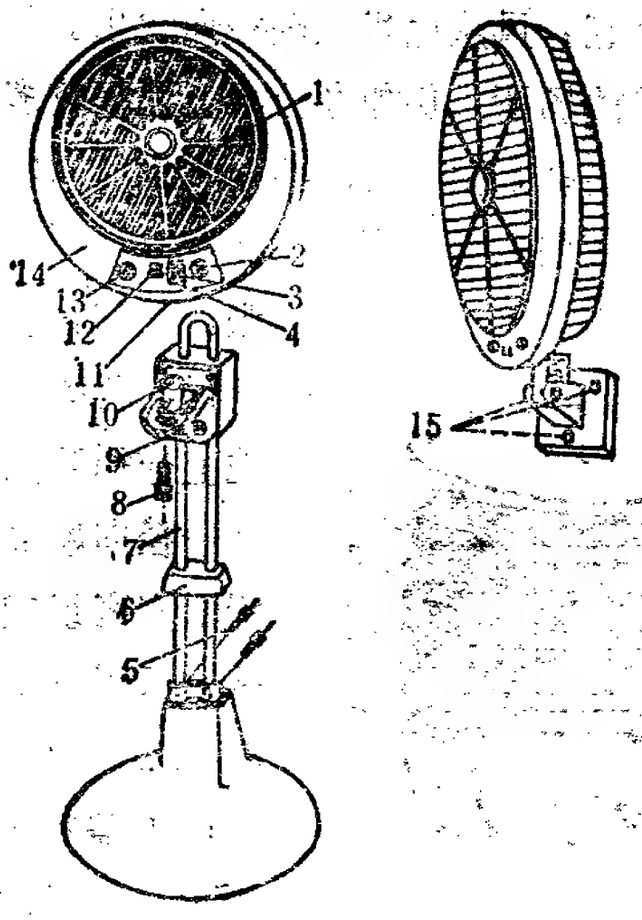


图27　三用转页扇

1.叶轮　2.调速开关　3.彩色灯开关　4.叶轮控制开关　5.稳定螺丝　6.底座护盖　7.立柱　8.紧固螺丝　9.扇体接头　10.接头轴心　11.装配孔　12.指示灯　13.定时器　14.扇体

三用式转页扇的扇体可以在立柱上大幅度升降，因此三用转页扇集中了台扇、落地扇的优点，见图27。这种风扇还有圆周装饰彩灯，配有单独控制开关，晚间使用显得豪华美观，此外扇体还能作水平方向20°的调节。

实现页轮旋转有二种方式：一种是由带动风叶的电动机通过减速机构（4级正齿轮减速，双内啮合一啮差减速装置）。另一种是在页轮偏上方用同步电机带动小齿轮与页轮大齿轮啮合减速。

三、径向扇

图28所示为径向扇的外形图。径向扇的风叶旋转面与人体吹风面垂直，风从电机主轴径向吹出。径向扇一般用于不宜直接吹风的场所，例如办公桌上票据较多，若用吊扇、台扇、顶扇就会把票据吹走；桌上放置径向扇既可吹散蚊蝇，而又可避免有些人怕风直接吹在身上且不会吹散桌上的纸张。因此，径向扇特别适用于银行、税务所，家庭等处置于地上作循环空气之用。

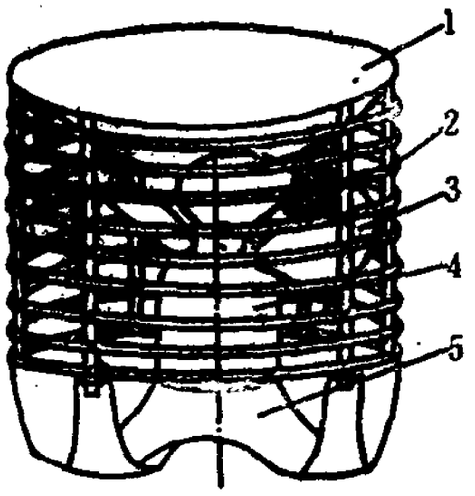


图28　径向扇

1.上盖　2.导风环层　3.风叶
4.电动机　5.桶形支座

径向扇由风叶、电动机和桶形支座组成。电动机立式安装，采用滚珠轴承。桶形支座则由安放电机的底座、引导风向的上盖和四周的导风环片构成，其材质一般均用塑料。导风环片一般制成45°向上吹出。

四、排气扇

排气扇多用于需要交换室内外空气的场所，如厨房、浴室，暗室等，大规格排气扇还用于工业厂房的换气和有污染环境的排气。排气风扇一般由风叶、电动机和框架组成，见图29。

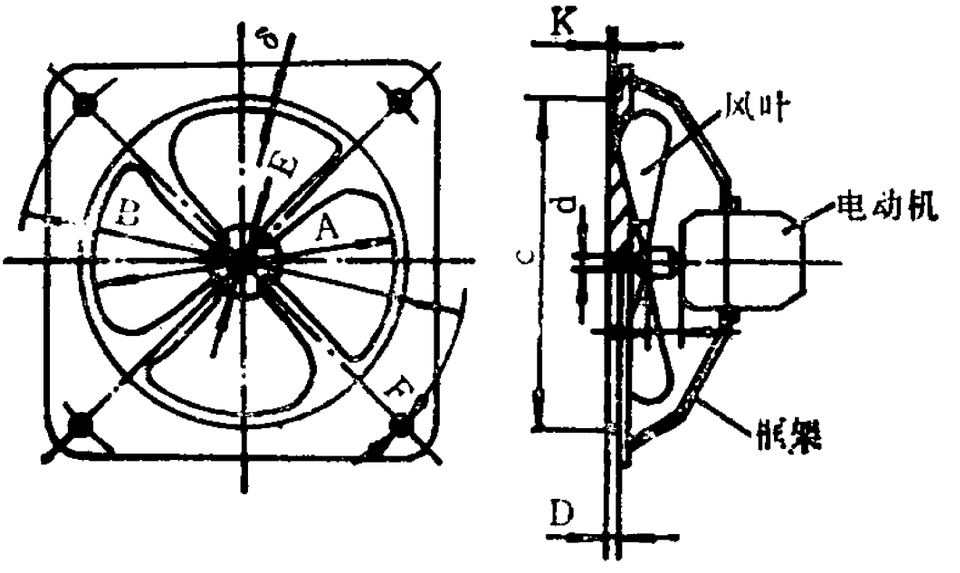


图29 排气扇结构
1.风叶 2.电动机 3.框架

排气扇一般装于壁式窗上的开调处，为防止风雨倒灌入室内，在排气扇的户外则需装档板，有些小型排气扇则自身就带有活动百叶窗，风叶旋转时靠风力把百叶窗顶开风叶不转时，因百叶窗的自重而自动关闭。有些排气扇的风叶可以顺逆二个方向旋转而成为吸气与排气两用的换气扇。

（一）电动机 排气扇一般都采用封闭型的感应电动机，为改善散热，电机冲片尺寸普遍比台扇大，见表10。根据对排气扇的风量和噪声要求，其电动机极对数选择，600mm规格以下用4极，而750mm规格就只能用6极了。排气扇一般无调速要求，也不会有什么过载，但需有一定的风压，故其电动机设计的转差率选择在0.04—0.1。排气扇常

用的定转子槽配合和斜槽数见表11。

表10　排气扇电动机的主要尺寸

规格(mm)	型式	极数	定子外径(mm)	转子外径(mm)	铁芯长度(mm)	气隙长度(mm)
400	单相	4	φ90、φ102	φ55.5、φ58	56.55	0.25、0.3
	三相	4	φ90、φ102	φ55.5、φ58	56.40	0.25
500	单相	4	φ120	φ71.5	54—56	0.25、0.3
		6	φ120	φ71.5	36—40	0.25、0.3
	三相	4	φ120	φ71.5	36—40	0.25、0.3
		6	φ120	φ71.5	36—40	0.25、0.3
600	三相	4	φ120—130	φ71.5—80	54—55	0.25、0.3
750	三相	6	φ130	φ79.5	91	0.3

表11　排气扇电动机常用的槽配合和斜槽数

	定子槽数			转子槽数和斜槽数（以转子槽数计记于方括号内）		
	罩极式	电容式	三相	罩极式	电容式	三相
4		16			22〔1、1$\frac{1}{2}$、1$\frac{1}{2}$〕	
		24	24		18〔1$\frac{1}{2}$〕、22〔1$\frac{1}{2}$〕	18〔1〕、22〔0.9〕
			12			22〔1〕
6		24			22〔1$\frac{1}{2}$〕、30〔2〕	22〔1$\frac{1}{2}$〕
			18			20〔1〕
			24			27〔0.9〕

（二）风叶　排气扇的风叶，对500mm及以下各规格采用四叶螺旋桨式风叶，对600mm采用三叶长条形（4极）和四叶叶片式（6极），对750mm采用四叶较宽的长条形，见图30。它们是在各种同规格风叶安装在同一电机框架上，

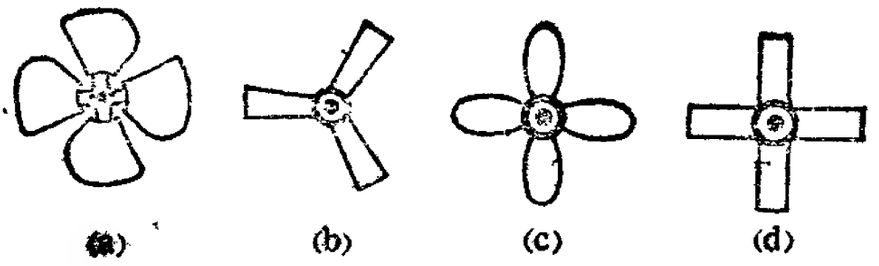


图30　排气扇的风叶型式
（a）螺旋桨形　（b）长条形　（c）叶片形　（d）宽条形

经风叶选型试验后定下的具有较好的风量静压特性的风叶。

表12　排气扇结构参数（mm）

风叶直径(A)	安装尺寸		轴伸		
	安装孔中心圆直径（B）	安装孔直径(F)	直径(d)	配合	长度（不包括螺纹长）l
200	ϕ368	ϕ 8	ϕ 8	D_3/d_3	15
250	ϕ430	ϕ 8	ϕ 9	D_3/d_3	25
300	ϕ480	ϕ 8	ϕ10	D_3/d_3	30
400	ϕ525	ϕ12	ϕ11	D_3/d_3	30
500	ϕ660	ϕ15	ϕ14	D_3/d_3	35
600	ϕ760	ϕ18	ϕ16	D_3/d_3	40
750	ϕ910	ϕ20	ϕ18	D_3/d_3	60

风叶直径(A)	风叶固定型式	风框上口外径(C)	δ	k	D
200	风叶节螺母固定	—	5	5	—
250		—	5	5	—
300	轴套加紧定螺钉	不大于330	5—7.5	5—7.5	15—20
400		不大于430	7.5—10	5—10	15—30
500		不大于530	7.5—10	5—10	15—30
600	键槽、螺母加销子	不大于630	10—15	10—15	35—45
750		不大于780	10—15	10—15	35—45

排气扇风叶操作工艺：对500mm及以下规格是采用钢板冲制成片，分组称重后铆合到支架上而成，对600mm及以上的规格采用冲制成形的钢板叶片嵌入铝合金的轮壳中的结构。为增强铝合金与叶片根部的接合力，常把叶根做成弯曲的锯齿形放入模具采用压力铸铝，也有采用铝合金整体浇铸的。对小规格的风叶（300mm以下）也有采用塑料整体注射成形的。

（三）安装 200mm及以上规格排气扇的安装尺寸，见表12。电动机直接用螺钉和螺母安装到框架。

第三节 吊 扇

吊扇多用于礼堂、会场、教室、餐厅及客厅等场所，由于其扇叶直径大，故风量大且送风面也大。吊扇由风叶、扇头、悬吊装置以及分开安装的调速所组成，见图31。

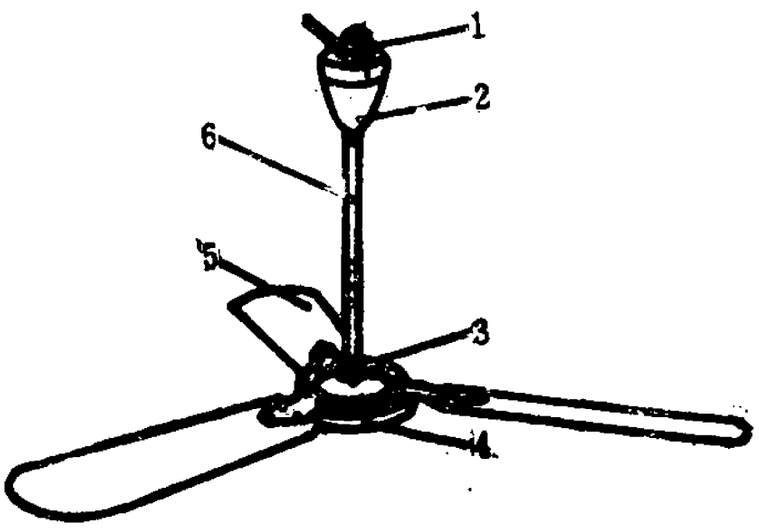


图31 吊 扇

1.吊攀 2.上罩 3.下罩 4.扇头 5.风叶 6.吊杆

一、扇头

吊扇的扇头为一个外转子结构的封闭式电动机，由上下端盖及定转子组成。这种结构可使风叶直接紧固在扇头外壳上、装配方便；同时风叶叶脚部分可比内转子结构为短，并可使定子绕组的出线由固定的定子空心轴和吊杆中引出。扇头工作状态为立式悬吊，其上轴承必须采用滚珠轴承以支撑扇头的轴向力，下轴承也采用滚珠轴承，但也有用粉末冶金含油轴承的。含油轴承价格便宜，但使用寿命较短。吊扇扇头结构详见图32。

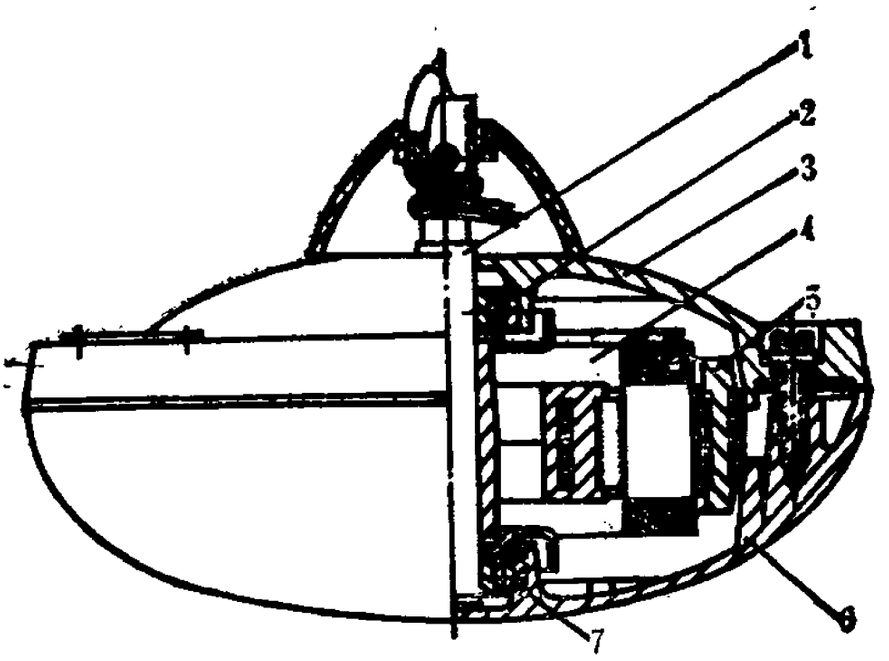


图32　吊扇的扇头结构

1.转轴　2.上轴承　3.上盖　4.定子　5.外转子　6.下盖　7.下轴承

吊扇电动机的主要尺寸见表13，其内外铁芯尺寸之比约0.8—0.85。吊扇电动机的极对数，从安全圆周速度而言，900mm规格以下可用12极；1200、1400mm规格则用16极；对1500mm规格最少用18极；而对1800mm规格则必需在滑差0.12以下时才能用12极。应该注明的是如果选用极对数再

多，则要在低速时达到相同的输出功率就要耗费较多材料，因此如不是噪声指标所限制，一般均用提高转速来增加风量。吊扇常用的定转子槽配合和斜槽数见表14。

表13　吊扇电动机的主要尺寸

规格(mm)	型式	极数	定子外径(mm)	转子外径(mm)	铁芯长度(mm)	气隙长度(mm)
900	罩极式	12	φ123.6	φ155	30	0.3
	电容式	14	φ118	φ145	23	0.25
1200	电容式	18	φ134.75	φ162	25	0.25
1400	电容式	18	φ134.75—138.8	φ162—164.5	25—28	0.25
1500	电容式	18	φ180	φ210	19	0.25

表14　吊扇常用的槽配合和斜槽数

极数	定子槽数		转子槽数和斜槽数（以转子槽数计记于方括号内）	
	罩极式	电容式	罩板式	电容式
12	24		57〔$\frac{5}{6}$、1〕、58〔$1\frac{1}{6}$〕	
14	28	28	50〔1〕	36〔1〕、45〔$\frac{1}{2}$〕、48〔$1\frac{1}{2}$〕
16		32		52〔1〕
18	72(隐极)	36	66〔1〕	48〔$\frac{2}{3}$、1〕
20	40	40	65〔$1\frac{1}{3}$〕	65〔$1\frac{1}{3}$〕
24	48	48	67〔1〕	65〔1〕

二、风叶

吊扇风叶多呈三叶长条形，叶片的送风面与圆柱体或圆锥体表面相吻合，在装配成风叶时，叶脚中心往往与风叶送风面中心成一空角度。如此取叶片送风面与圆锥体轴线稍成角度，则同样装配成的风叶常有较高的风效，图33为常用的

1400mm吊扇的叶片。

吊扇风叶的叶片多采用1.5—2.0mm铝板冲压成形，然后用螺钉固定在叶脚上。叶脚应有合理的倾角和足够的刚性，以确保风叶必须的风量。叶脚通常用3—3.5mm的冷轧钢板制成。此外，叶片经油漆后必须称重分组，使每组叶片具有等量的重心力矩，以保证装到扇头上以后整个吊扇运转平稳。

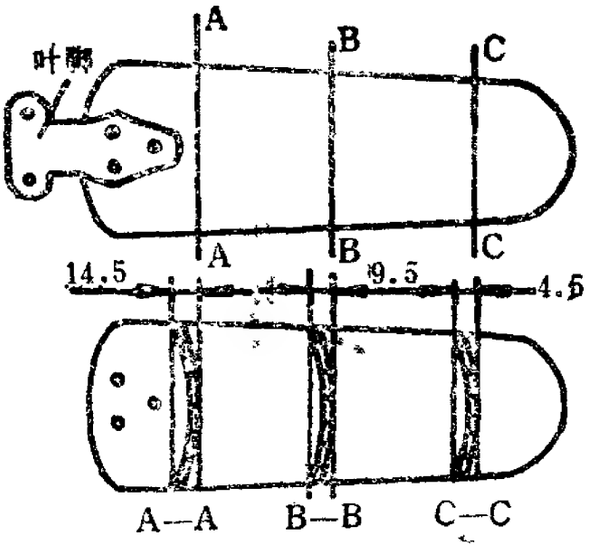


图33　1400mm吊扇风叶

三、悬吊装置

吊扇的悬吊装置，包括吊杆、吊攀及上下罩。为确保安全，吊杆、吊攀均用金属材料制成，其机械强度应能承受980N拉力和49N·m（N为新的力的法定单位，称为牛顿）的扭矩负载而不断裂。吊杆与扇头的联接方式有螺纹联接及销钉联接两种，当用螺纹联接时，其旋入深度应不少于20mm；当用销钉联接时，销钉的直径应不少于8mm。吊扇的上下罩，一般采用塑料注塑成型，上罩用于遮盖出线及电容器接线；下罩用于保护上轴承上面定子轴与外转子上盖间的间隙处不易进灰。

四、装饰吊扇及其它

吊扇带灯常称装饰吊扇，也有称豪华吊扇，见图34。装饰吊扇的主要特点是扇头一般酿以仿金电镀边，扇叶用仿金

电镀叶脚；有的装饰吊扇还用木质古色四片扇叶。

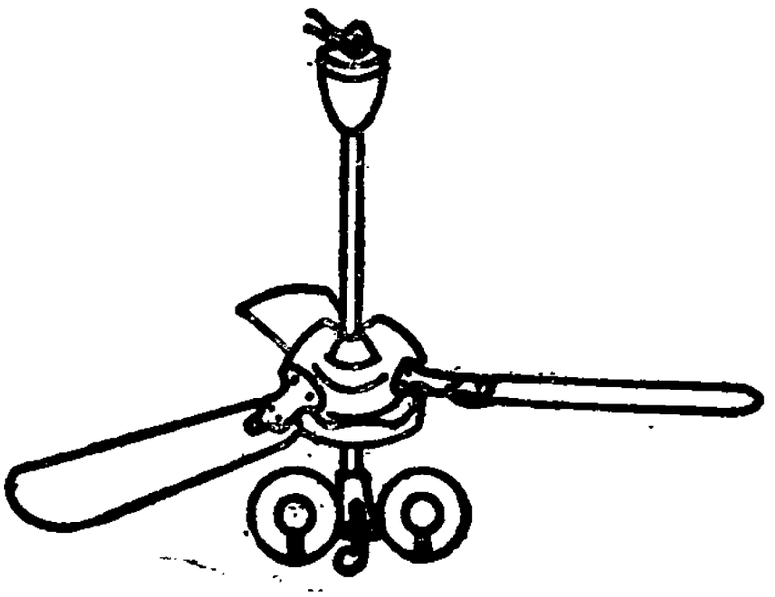


图34　装饰吊扇

吊扇和装饰吊扇一般都有一个独立安装的调速器，它由电抗器和调速开关组成，调速档数有3—7档，要求每档转速有明显区别，接线方法见图35。

吊扇安装必须牢靠，高度要适中，一般应使其风叶离地面3 m左右，而与天花板的距离不宜小于

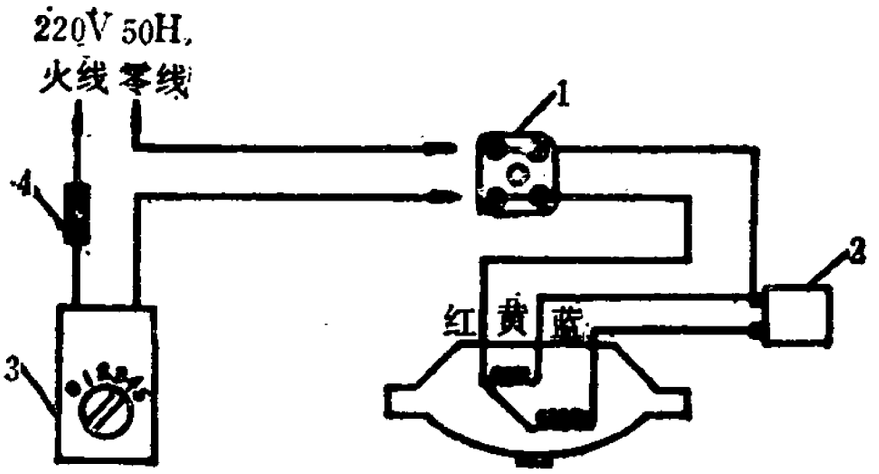


图35　吊扇接线方法

1.接线子　2.电容器　3.调速器　4.保险丝

0.5m，以保持进风畅通。吊扇的上下护罩应当固定，特别注意下罩与扇头之间应保持2 mm左右的间隙，以免扇头旋转与下罩摩擦。安装风叶时，风叶凹面向下，且应把防震片置于扇头与风叶之间，再拧紧螺丝。

第四章　电风扇的选购及使用维护

第一节　电风扇的选购

一、规格选择原则

（一）空气循环量　电风扇的选用应根据用户使用场所的体积，以达到保证人体健康所需的每分钟的空气循环量或换气量来确定。通常情况下，每人每小时所需的空气量为30—50m³，在不吸烟的公共场所每人每小时需20m³，如有吸烟则至少要30m³。根据科学测定，对一些场所的每小时换气次数见表15。

表15　某些场所的每小时换气次数

场所名称	每小时换气次数	场所名称	每小时换气次数
一般厂房	2—4	厕所	5—9
影剧场	5—10	客厅	4—8
会　场	6—11	办公室	3—8
大厨房	10—20	浴室	5—8
小厨房	20—50	卧室	3—9

（二）环境特点　按电风扇的分类，选用某一型式的风扇使用于适定环境。例如厂房，影剧场等公共场所适用于装

吊扇或大型壁扇，厨房、厕所、浴室适合用排气扇，船舱、车辆适用顶扇，卧室适用转页扇，客厅、办公室适用落地扇等等。当然也不是绝对的，例如客厅用装吊扇也挺有气派。

（三）居住条件 所谓居住条件实质指人均居住面积，对于居住拥挤应尽量利用空间，若房高适宜就应装吊扇，房小选小规格风扇。如10m²房间供2—3人用；16—18m²房间供6—8人用，当然就应该选用400mm风扇了。对需要摆设装饰房间的，应选式样新颖、色彩鲜艳、功能齐全的豪华型电风扇。

二、直观质量

在选购电风扇时，因无仪器检测，只能凭人的直观感觉，直观质量一般包括如下方面。

（一）安全 目前国内生产的电风扇都是一般绝缘的，而不是双重绝缘的，因此它应有黄绿双色接地线或者有明显的接地标志，否则就是不安全的。此外，要求风扇在不接地线的情况下运转时，用手触摸风扇外露金属时，不应有触电的感觉。

（二）外观 风扇除要求外型美观大方，色泽调和外，还要检查电镀件和喷漆件表面是否光滑。电镀件不应有锈点或明显的刮手的利刺，喷漆件不应有发霉点、漆块脱落或颜色不均匀、明显流痕和皱纹等缺陷。此外，旋扭和开关不应有歪斜或刮擦面板的现象。

（三）转轴 用手转动转轴，检查转动是否灵活，手感不应有轴紧或半松半紧现象。再将转轴前后拉动，检查有否“轴串”现象，如果“轴串”达0.5mm以上就不能使用了。

（四）风叶 风扇应有形状一致的叶片，这可以从其旋转的轨迹大致相似看出。拨动风叶时，风叶转动平稳轻松，不碰击任何部位，风叶停止转动时应渐渐自然停止且要求每次停止位置都不在同一点。对台扇来讲，可以将一支笔指在电扇网罩上，使笔尖恰指一个叶片上的最高点，然后缓慢转动风叶看其它几个叶片的相应点是否与笔尖十分相近，偏差不超过0.1—0.2mm为良好。此外，扇叶转动虽然灵活，但总是在某一固定位置停下来，则也证明平衡不好。

（五）摇摆情况和仰俯角机构 对台扇类产品在通电运转后，还应观察风扇的摇摆和停摆过程的动作是否平稳敏捷，不得有间歇、停滞或抖动。往复动作摇摆开关几次，检查摇摆开关是否过紧或失灵。

先检查台扇类上的仰俯角制钉（旋钮），看是否能起紧固和放松的作用。应在最慢档的工作状态下取最大的仰角或俯角，再改变仰俯角度，看运转是否正常平稳。然后进行快档和慢档摇摆；这时运转应平稳，无间歇现象。

（六）振动与噪声 在工作状态下，空气涡流、机械运动、电磁作用都会导致风扇产生振动和噪声。其中空气涡流声与风叶叶型有关；电磁噪声则与电机设计好坏有关，现场选购风扇要认真辨别机械噪声，例如转子和风叶的不平衡；转轴弯曲；风叶、铁芯或轴承松动；轴间间隙过大等，都会引起机械振动而产生噪声。经验证明，在离风扇1m的半径空间范围内，风扇在全速运转情况下无明显大的噪声，就是一台较好的风扇。

（七）开关 将风扇调速开关往复动作多次，检查各档

是否灵活和接触良好，并查看各档的转速差是否明显，在按下开关最慢档位，风扇应顺利起动。对定时开关还应试验到预定时间终了时能否自动断电。对定时器的走时准确性，则可试验15分钟，误差在±1分就可以了。对琴键试调速开关，应不能同时按下二个键（灯键除外）即琴键开关应有按键互锁作用。

第二节　电风扇的使用与维护

一、使用原则

（1）熟悉使用说明书，对电风扇进行组装并正确接线弄懂风扇每个部件的作用，特别是控制开关的使用方法。

（2）电风扇铭牌上标注的电压及频率必须与当地电源的电压和频率相符。

（3）有接地线的风扇绝不能甩开地线用两芯插头，更不能将地线和一相电源线同时插入两眼插座的零线上，因为这样做，如果零线接触不良时，风扇外壳将通过电机线圈接在火线上而更危险。

（4）台扇类产品应放置在平整的地面和桌面；壁扇、顶扇应安装在平整的墙面和天花面。

（5）电风扇开启1小时后，应用手摸一下它的温度，当觉得烫得难以忍耐时应停机检查。此外，在风扇运行过程中，凡嗅到焦糊味或见到火花、冒烟等应立即停机。

（6）要经常检查各部分机械连接的螺丝，发现有松动要及时拧紧。对电动机外罩前后通风孔的污物要及时清除保

证通风畅顺。

二、维护原则

（一）加油 要确保电风扇转动部分，特别是轴承有充足的油量。台扇类产品一般使用半年至一年后应在前后轴承加油孔内注入20号优质机油或缝纫机油，忌用劣质油或浓粘机油。对吊扇滚动轴承及台扇类产品变速齿轮箱内的润滑脂，则应检查润滑脂有否变质硬化，若有硬化则应及时挖出润滑脂，清洗齿轮箱后再注入优质润滑脂（复合钙基脂1号）。

（二）清洁 电风扇使用久后沾有油污灰尘时，应用软件抹净。切忌用汽油，酒精擦洗外壳，以免损伤外壳漆层，更不允许用水冲洗风扇，如表面有污物可用软布沾肥皂水擦净并及时擦干。

（三）存放 电风扇在不使用时，应擦拭干净，用塑料袋包封，存放在干燥通风的地方，勿使尘垢，潮气侵入。吊扇不用时最好把扇叶卸下。电风扇存放必须避免受压，确保网罩，外壳和风叶的不变形。

第五章　电风扇的常见故障及维修

第一节　维修必备工具和故障检查步骤

一、维修必备的工具

电风扇的维修主要是电动机的维修，其次是开关、摇头装置及传动部件等的维修。必备的工具一般有电烙铁、万用表、测电笔和其它小工具。

（一）电烙铁　电烙铁主要供焊接或烫开元件、线路接点之用。从结构型式来分，它有外热式和内热式二种，功率从20—500W多种。检修电风扇常用45W电烙铁。使用时注意如下二点：

1．掌握好温度　焊接不同的元、器件时，应掌握好烙铁的温度。如焊接晶体管时，烙铁温度应低一些，而焊接线头时则烙铁温度需要高一些。根据实际经验，烙铁头触及松香时，如能发出嘶的声，并有烟冒出，说明烙铁温度适当，此时焊出的焊点浑圆发亮；如果触及松香时没有嘶声，只有烟徐徐冒出，则说明烙铁温度太低，焊点发粘，如果嘶声很大，冒烟太多，说明烙铁温度太高，焊出的焊点没有光泽。

2．注意清洁　烙铁头上的氧化物应及时清除，否则影响传热，当烙铁头变短时应及时调换。暂时不用烙铁时，不

要让烙铁“空烧”而缩短寿命。

（二）万用电表 万用电表是一种携带式多用途、多量程的电工仪表，它可以测量电流、电压、电阻及音频电平；有些万用电表还可测量电功率、电感量和电容量。

1．测量方式

（1）测量电压或电流时，若事先对被测对象的量值大小尚心中无数，则应选用最大量程档试测，然后再根据所得数据重新确定一个量程进行精测。测量电压时，电表应并接在被测电路中；测量电流时，电表应串接在被测电路中。在测量直流电压或电流时，若指针反向偏转，说明极性接反，可将测试棒“＋”、“－”对换。

（2）测量电阻时一定要将被测电路断电，有电容存在时还需将电容器短路放电，否则会使表头过载而损坏。当电表并接在被测电路中进行测量时，为避免该电路中并联支路使读数不准，应将被测电路一端开焊再进行测量。

2．使用注意事项

（1）万用电表应放置在水平位置进行测量，测量前，调整零位。

（2）使用前应检查万用电表指针是否灵活。检查方法是：首先使电表的旋扭脱开短路档，然后将电表轻轻一摇如指针慢慢回到零位，则表示良好，如指针晃打两边档位或不动，则表示该电表有问题，需要修理。

（3）测量前一定要根据被测对象的类别和量程，将电表的转换开关拨到正确位置上。每次测量前都要对它检查一次。

（4）不能带电拨动电表的量程转换开关，否则在转换过程中极易因短接电路而产生火花，把开关触点烧坏。

（5）万用电表的红色试棒的联线应接到红色接线柱上或标有“+”号的插孔内；黑色试棒的联线应接到黑色接线柱或标有“－”号的插孔内。

（6）万用电表使用完毕后最好将转换开关旋至交流最高电压档，这样可防止因试棒短路而引起的电流消耗，并可防止下次测量时因未注意转换开关位置而引起的表头损伤。

（三）测电笔 测电笔是检验电器及线路是否通电、漏电的一种常用有效工具，其测量的交直流电压范围为100—500V。

1．工作原理 当测电笔笔尖接触带电体时，即有电流通过测电笔再经人体与大地形成回路。由于测电笔电阻与人体电阻串联，其电阻总值很大，使回路电流微小，因此这个电流对人体毫无影响，但都从观察窗可见到氖管发亮而知道有电或漏电。如电源为直流电，氖管单极发光；如为交流电，则氖管二头发光。氖管发光越亮，则说明此处电压也就越高。

2．使用与维护

（1）测电笔要经常用兆欧表测量其笔尖金属体对塑料笔身的绝缘电阻，当绝缘电阻小于1MΩ时不应继续使用，而应修复后再用。

（2）使用时手握笔身并使笔尾金属体接触手心，让氖管辉光能被明显观察到，但绝对不能碰笔尖金属体，以免触电。测电笔不能敲击和跌落，以免损坏氖管。

（3）使用前应把测电笔在有电的地方先试一下氖管能

否正常发光；防止由于测电笔已坏而造成判断上的错误。

4．测电笔内的电阻是保证其安全使用的重要元件，绝不能用其它元件去代替，以免发生使用测电笔而造成触电事故。

二、故障检查步骤

电风扇的故障检查步骤与检修一般家用电器一样，大体上可分为观察（观察故障现象）、分析（分析判断故障部位）、检查（对判断提供依据和对判断的结果加以验证）修理（针对故障给予更换零件或排除）、试机（看是否恢复正常运行）。下面对检修电风扇的常用方法作一些简单介绍。

（一）询问用户和操作检查 询问用户的内容有以下几个方面：如用户购买电风扇的时间、地点，每天使用情况及出现故障的背景等，这些情况将成为我们观察和分析故障原因的宝贵资料和重要线索。

操作检查法即实际操作一下被检修的电风扇所有的功能旋扭、按键、开关等，看看故障现象有何种变化，使故障充分暴露，以便进一步观察故障现象，为判断故障原因提供可靠的依据。它也是对用户反映的情况的一种验证。

（二）感官检查法 感官检查法系通过维修人员的手、眼、鼻、耳对电风扇进行外观检查。通过外观检查往往可以发现一些故障和故障苗头，给判断故障的性质和部位提供线索和条件。

1.看 看电风扇外壳光泽油漆有无划痕，尺寸比例是否对称；外壳有无变形，断裂或残缺；各功能按键、旋钮、开

关有无损坏；电源引线有无损伤残破；元器件有无松动，损坏和变形等异常现象。

通过看，若发现电风扇外表失去光泽，陈旧不堪，则可判断此扇使用日久，机内元件定有性能下降等类型的故障。若发现机壳残破不全或外壳破裂，则可判断此风扇一定被重摔过。若发现线路混乱，焊点狼藉，则可判断此扇已经他人胡乱修理过，此时扇内很可能有接点接错，元件不合格等人为故障。

2.听　听电风扇运转的声音，是否正常，有无机械磨擦、碰撞、冲击等不规则的声响。听时要注意把正常的空气流动声排斥在故障之外。

3.摸　用手触摸电风扇外壳，电机定子铁芯或者某些元器件，感觉上有无发热、振动等现象，以此来发现电风扇的故障。此法操作简单，可靠性高。但在触摸前，首先应对电风扇是否漏电作检查。是否漏电一般可用试电笔检查出来。

4.闻　注意电风扇工作时有无异常味道，以此来帮助判断故障。例如电风扇内有油漆焦味，说明电机绕组、电抗器或电阻等元件严重发热或电流过大等。

（三）万用表检查法

1.测电流（电压）法　有的万用表没有交流电流档，故应在风扇电源回路中串联一只10Ω左右的小电阻。当电风扇运转时，用万用表交流电压档去测串联电阻两端的电压，再用欧姆定律电压除以电阻计算电流，用这个电流来与电风扇的额定电流作比较，若两数值相近，则表示电扇基本正常，现列入部份数据供对照参考，见表16。

2.测电阻法　用万用表欧姆档对电风扇各接线和绕组进

表16　各类电风扇的有关经验数据

型式	种类	极数	规格(mm)	功率(W)	电流(A)	转速(转/分)	电容(μF)
电容式	台扇类	4	250	35	0.15	1300	1
			300	44	0.20	1280	1.5
			350	54	0.25	1280	1.2
			400	66	0.33	1260	1.2
	吊扇	14	900	50	0.24	380	1
		18	1200	73	0.37	290	2
		18	1400	80	0.40	280	2.4

型式	种类	极数	规格(mm)	功率(W)	电流(A)	转速(转/分)
罩极式	台扇类	2	200	32	0.19	2500
			230	36	0.20	2300
		4	250	36	0.22	2200
			400	80	0.45	1280
	吊扇	12	1200	70	0.48	380
		—	—	—	—	—

行电阻测量，供以判断各接线和绕组是否正常。检测电阻的常用部位有电源插头及引线、电抗器及其抽头，各种键、开关、旋钮触点，电机主副绕组。检查中若发现哪两点该通而不通，或该断而不断以及与正常阻值不相符时，即表示该两点处有故障而应予检修。

第二节　风扇电动机的装拆

一、绕组型式与接法

电风扇的绕组型式与电动机运行特性尤其是起动特性及绕制工艺有关，现举台风扇为例。如400mm台风扇的电动机（电容运转式），一般采用16槽四极单相单层绕组（转子22槽），其绕组型式如图36所示。

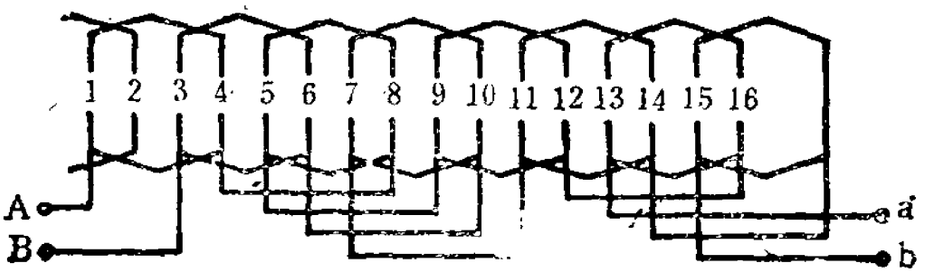


图36　16槽四级绕组型式

（一）电容式电机的接线　电容式电机的绕组接线一般都采用反串接法，即第一只线圈的末端与第二只线圈的末端，而第二只线圈的始端与第三只线圈的始端相接，依次类推。400mm交流台风扇的电动机接线如图37所示。

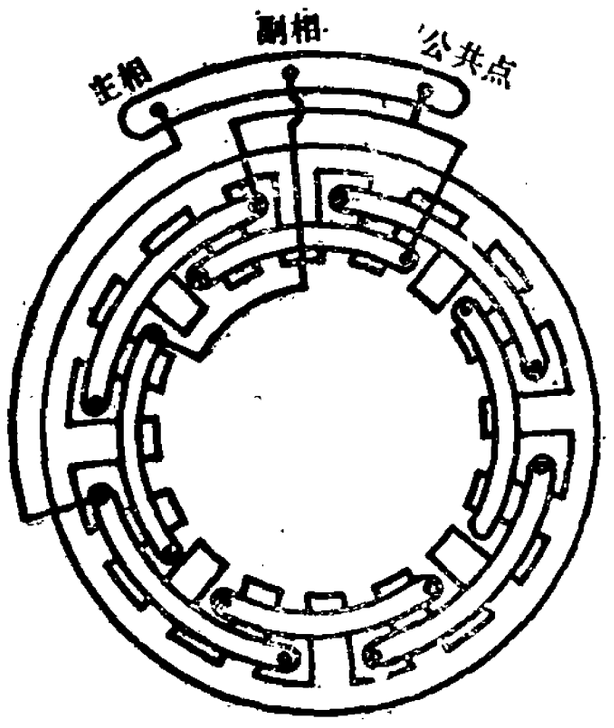


图37　400mm台扇电动机绕组接线图

（二）罩极式电机的接线　罩极式电机接线时，最重要的是检查定子铁芯有否装反，否则若产生倒转，将把线圈拆下予以纠正就十分麻烦了。由于罩极式电机的定子铁芯正反面

都是对称一样的，极易搞错。因此，辨认罩极的位置进而确准电机转向，就显得十分重要。罩极的位置与转向的关系是：罩极装在铁芯左边的，转子逆时针方向旋转；罩极装在铁芯右边的，则转子将按顺时针方向旋转。

两极罩极式电机的接线见图38，两只线圈面对面形成相反的磁极，故两只线圈应头尾相连，余下一头一尾接电源。

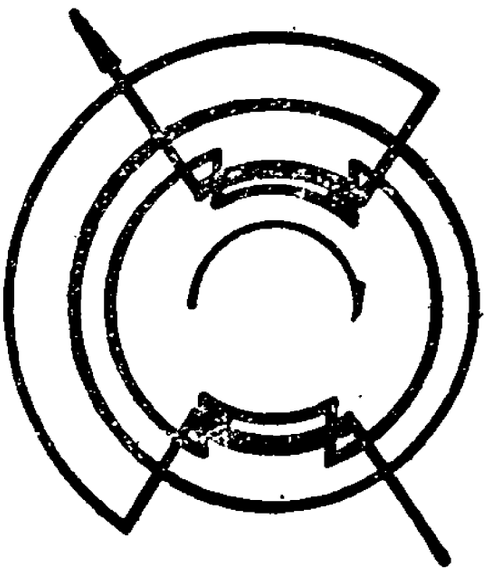


图38　罩极式两极电动机接线

四极罩极式电机为使相对两边是相同的磁极，所以，接线方法应是头接头，尾接尾，且注意区分四极罩极电机的四只线圈和二只线圈的不同，见图39及40。

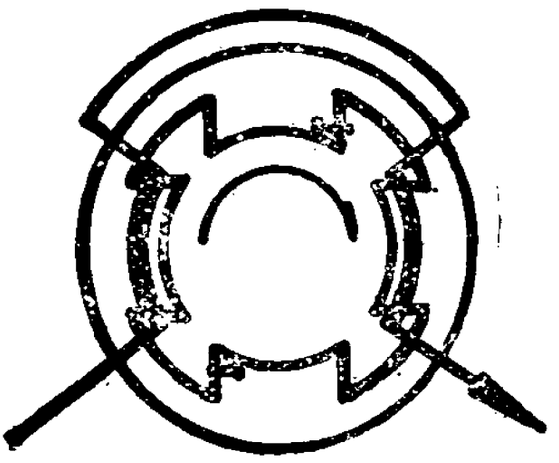


图39　罩极式四极四只线圈电动机接线

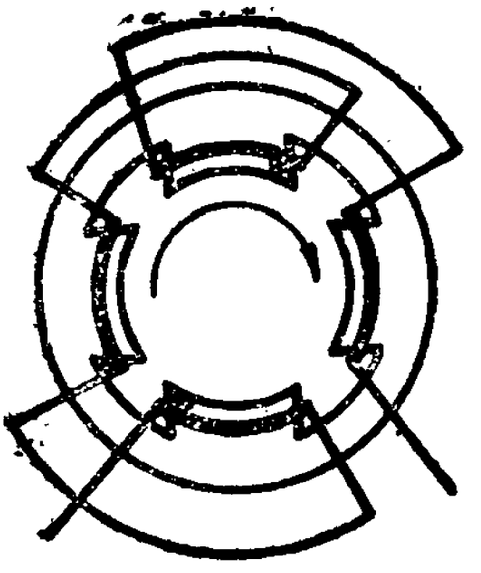


图40　罩极式四极二只线圈电动机接线

二、定子绕组的拆除、绕线及嵌线

定子绕组损坏或绝缘老化时必须拆换绕组，其修理常识如下。

（一）绕组拆除 先将定子绕组的电源线与接线扳拆下来，记录主、副相绕组的接线位置，然后拆除绕组。绕组拆除常用软化绝缘法，即加热软化或用甲苯浸24小时左右，待绕组绝缘软化后随即打出槽楔，拆出主相和副相完整的绕组作为绕线模的样板，并直接数出主副相绕组的匝极。在拆除过程中不要损坏铁芯，并将定子铁芯（包括槽内残留的杂物，毛刺清除干净，槽楔一般仍能反复使用，但若损坏不能再用时，则要更换新的。

（二）线圈绕制 新绕线圈的尺寸要和原绕组的一样，如果尺寸太短，则线圈端部长度不足，嵌线时容易损伤绝缘漆，甚至不能嵌进槽内；如果尺寸过长，则线圈端部会与端盖相碰而损伤绝缘层。绕线时匝数一定要准确，最好同一个相组的线圈能够同时绕出，以省去绕组线圈间的焊接。

线圈的绕制一般采用手动绕线机。绕线时导线应穿过一个蜡袋，袋内装工业白蜡片，导线经过蜡袋时擦了蜡可以减少导线间的相互摩擦，并便于嵌线。绕线时，一手摇手柄，另一手则适当拉紧导线，以免绕制过松，造成线圈交错混乱，线圈绕线的排列要整齐。如果绕制中途断线，应在线圈端部位置接头，并刮去接头线圈导线上的绝缘漆，将两根导线扭成一股，然后用锡焊好，套上绝缘管，见图41。

（三）绕组嵌线方法

1.嵌线工具和材料 嵌线的主要工具是理线板和剪刀等。这里介绍理线板，见图42。理线板用竹或胶木板制成。

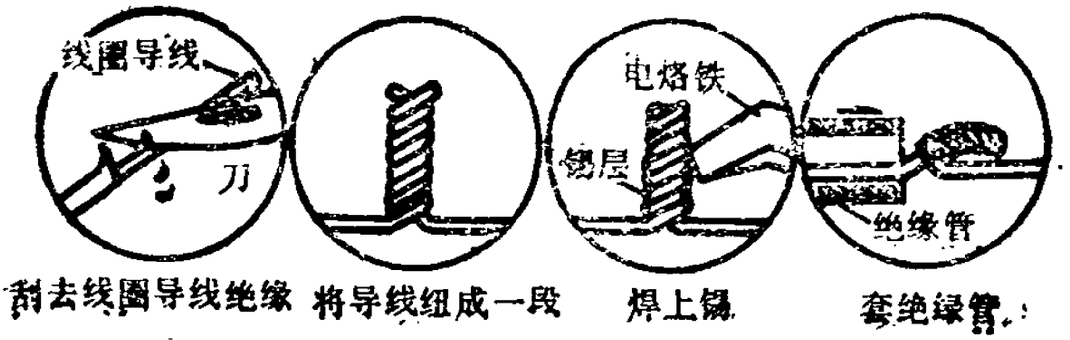


图41　断线焊接示意图

理线板头部的厚薄要适宜，最好能插入2/3的槽深处，它的表面要光滑，不能有锐角、棱角，以免损伤漆包线的绝缘。

图42　理线板

嵌线的主要材料是已绕制成型的线圈、槽绝缘(聚脂薄、青壳纸)、端部相间绝缘，以及包扎线、尼龙线或丝线绳和槽楔等，槽楔可用竹楔，但电气性能和机械强度较差；现常用玻璃布层压板制作。槽楔周围边缘的棱角应去掉，力求表面光滑，以免打入槽内时损坏绝缘。

2.嵌线步骤　铁芯清理干净后，按原工艺垫好槽绝缘，认准电机的极性、线圈节距、出线方向和绕组排列后，按下列步骤嵌线：

（1）将绕制成型的线圈用手整形，并把线圈弯成定子外圆的弧度以便于嵌线。

（2）嵌线应先外层后内层。

（3）在确定第一槽后，应在线圈的节距宽度处加垫一

层纸放在铁芯上（见图43），以防止线圈嵌放时与铁芯碰撞而损伤绝缘。

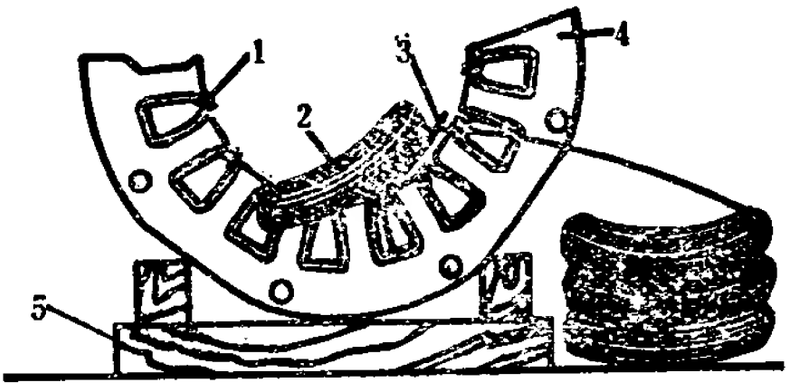


图43　嵌放线圈

1.槽绝缘　2.线圈　3.纸片　4.定子铁芯　5.支承架

（4）线圈嵌放时先用手尽量捏成扁线圈，但不能搞乱线圈的排列，然后把线圈的一端放进铁芯槽口内，另一端按住并拉入槽内，用理线板整齐地划入槽内，整理线圈排列。

（5）线圈嵌入槽内后应将槽口封闭（见图44），最后插入槽楔。

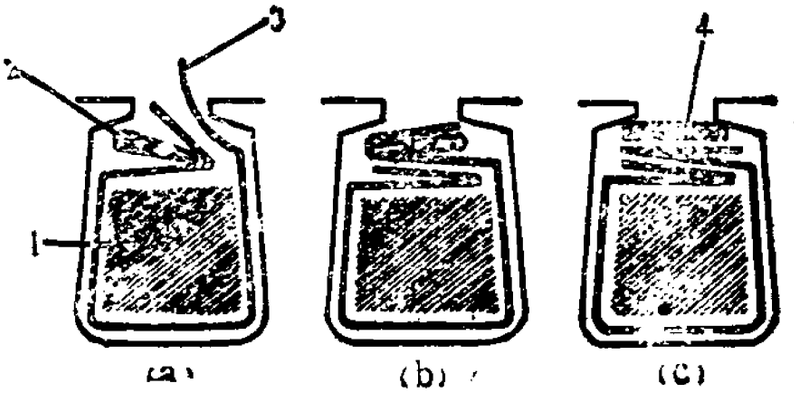


图44　槽口封闭方法

1.导线　2.理线板　3.槽绝缘纸　4.槽楔

（6）按上述方法把同相的线圈一一嵌入槽内以后，再

嵌放另一相的线圈。全部定子绕组嵌放后，应在相间绕组两端部的槽绝缘相接处垫入相间绝缘材料。相间绝缘片的高度应高出绕组其端部轮廓约3—5mm，见图45。

绝缘材料主要用在电机定子槽内，绕组端部和绕组层间，它视电机的绝缘等级而不同，见表17。

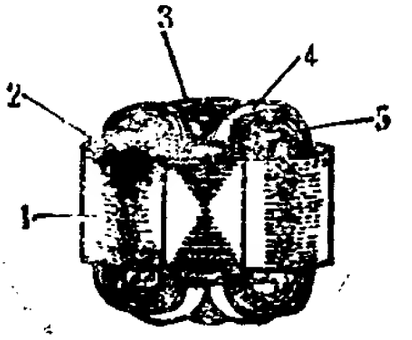


图45　相间绝缘

1.定子铁芯　2.槽绝缘　3.副相线圈　4.相间绝缘　5.主相线圈

表17　电机的绝缘等级和结构

绝缘等级	绝　　缘　　结　　构
A	两层0.12mm绝缘纸加一层0.17mm黄蜡布
E	一层0.27mm聚酯薄膜绝缘纸复合绝缘（小型号）或一层0.27mm聚酯薄膜绝缘纸复合绝缘加一层0.05mm聚酯薄膜（较大型号）
B	两层0.12mm绝缘纸夹一层0.17mm醇酸玻璃布和柔软云母板

（7）用手对定子绕组端部整形，使绕组端部成喇叭口的形状。喇叭口径不宜过大或过小，如果口径过大，则绕组端部会与端盖相碰或距离端盖太近，影响绕组对地绝缘口径过小，则容易与转子相擦而损坏绕组。

（8）定子绕组端部整形后，应进行端部包扎工作。包扎材料可用尼龙绳或丝线绳。装上接线板，再按先前记录的接法，将主副相绕组线圈的线端焊接在接线板上，见图46。

（9）检查主、副绕组。线圈组接线是否正确，检查主

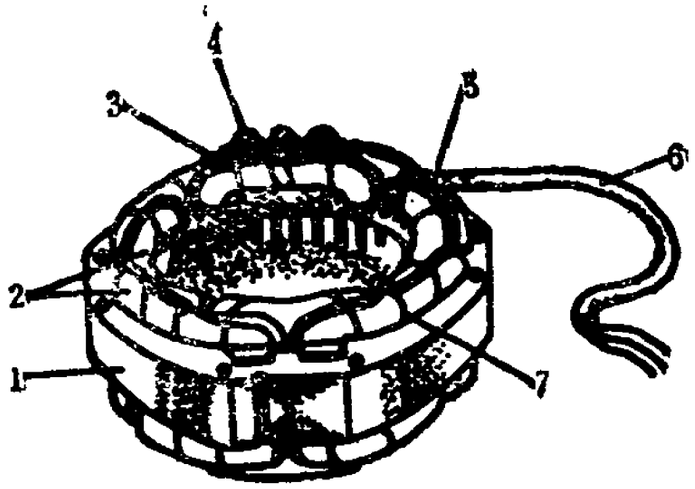


图46　绕组的整形和绑扎

1.定子铁芯　2.线圈　3.接线板　4.接线焊锡点　5.相间绝缘
6.电源线　7.丝线绳

副绕组直流电阻，对地电阻是否正常等。

判断绕组接线正确与否？可将定子绕组通以6—9V的直流电，然后在定子空腹内放一小磁针，如果接线正确相邻两线圈指示极性相反，反之若指示极性相同，则表明接线有错，应予纠正。

检查主、副组直流电阻值可用万用表测量，测量阻值应大致符合表18要求。而检查对地电阻值和绕组绝缘电阻应用兆欧表测量，冷态绝缘电阻值均应在一兆欧以上。

表18　各类电风扇主、副绕组正常电阻值

类型与规格	电容式台扇(mm)				罩极式台扇类(mm)			电容式吊扇（mm）		
	250	300	350	400	250	300	400	900	1200	1400
主绕组电阻值(Ω)	330	270	165	150	180	100	45	220	185	190
副绕组电阻值(Ω)	470	340	350	470	—	—	—	225	480	260

三、定子绕组的浸烘

定子的浸烘一般分三个阶段，即预烘、浸漆和烘干。

（一）预烘 预烘，即浸漆前先引烘焙，以便驱除潮气，预烘要求，见表19。

表19 定子绕组的预烘要求

绝缘等级	预烘温度（℃）	预烘时间（h）	预烘后应达绝缘电阻（MΩ）
A级	110±5	4—8	3
B、E级	120±5	4—6	3

（二）浸漆 浸漆前应当注意铁芯温度是否适宜，一般以从预烘处取出在空气中冷却至60—75℃为好；并注意清扫铁芯内杂物，以免日后造成隐患。

浸漆时最好将整个定子绕组浸泡在绝缘漆中（绝缘漆一般为1032三聚氰胺醇酸漆或1010沥青漆）约15—20分钟，直到浸有气泡冒出为止。如条件不允许可采用浇灌法和涂刷法。操作时可把定子绕组垂直放置，用绝缘漆往绕组上浇灌，浇完一面，翻转过来再浇另一面，浇不到的地方用毛刷刷漆。如果漆的粘度过大，可用松节油和甲苯稀释，浸漆后，用20分钟左右的时间滴净余漆，再用棉纱蘸松节油，将铁芯等处绝缘漆擦净即可进行烘焙。

（三）烘焙 烘焙是把浸漆后的定子绕组放在烘箱内进行干燥，如没条件可用短路法或大灯泡发热法进行。短路法，即抽出转子，使用自藕变压器在定子绕组中接通80—100V的低压交流电，电流维持在电机额定电流的50—70%左右，

靠绕组发热自行烘干。大灯泡发热法，即用功率为300—500W的大灯泡与定子绕组同时放在一铁盒内，利用大灯泡的发热烘干定子绕组的绝缘漆。烘焙的要求，见表20。

表20　定子绕组的烘焙要求

烘焙阶段	烘焙温度（℃）	烘焙时间（h）	作用及要求
低温阶段	80	3—4	防止高温烘焙产生外干里不干，反使潮气出不来
高温阶段	120	6—10	绝缘电阻稳定在3兆欧左右

定子绕组浸烘结束后把电机外接电源线焊接在接线板上。电源线一定要牢固地绑扎在绕组的端部，以防止受机械外力时拉断电机绕组的引出线。

四、转子的平衡

电风扇转子在生产厂制造后都须经过静平衡校验，有的还需做动平衡校验。对于修理来讲，若转子不小心跌落或者被严重敲打以及重新焊接断条的转子，则必须做静平衡校验，否则风扇运转时会产生振动。

（一）平衡架　转子静平衡一般采用平衡架，见图47。平衡架由两根成水平的导轨组成，导轨可用两根淬火后磨光的轴或方钢条。方钢条导轨应有刃口，可减少转子滚动时的磨擦阻力。

（二）平衡方法　平衡校验前，应先调整导轨间的距离，使转子轴的两端轴承刚好位于导轨上；然后调整平衡架导轨水平度及与转子轴中心线水平。

把转子轻轻放在平衡架上，如果转子没有一处偏重，则

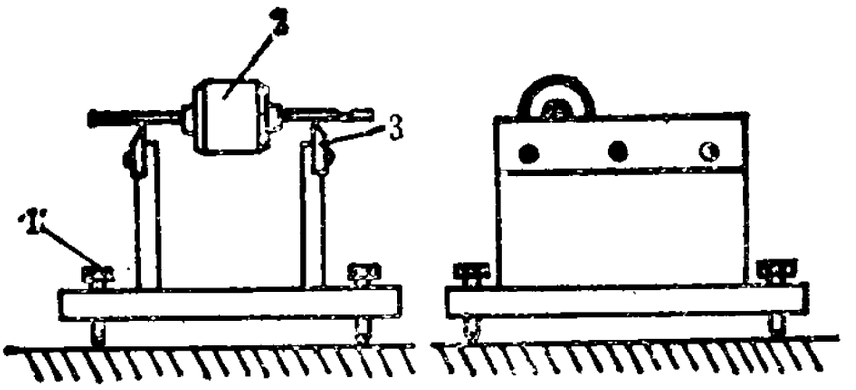


图47　转子平衡架示意图

1.调节水平螺杆　2.转子　3.导轨

它能在平衡架上很快停住；反之则就会产生滚动，直至使偏重处落在最低位置时才停住，找出此点后即可用钻床钻去一部分铁粉（但不能钻在鼠笼端环上），再进行校验，直至转子在任何位置都能在导轨上平衡停住为止。

五、轴承的拆卸和安装

电风扇的运转都离不开轴承。轴承磨损，轴承与端盖不同心度过大或压合不平，轴与轴承配合过松等都会影响电机的正常运转，轻者会使电风扇产生振动与噪音，严重者会使转子与定子互相磨擦，导致发热熬住或烧坏电机。风扇轴承除吊扇和工业排气扇外，其余绝大部分风扇都装含油轴承。

（一）含油轴承　含油轴承本身含有许多微孔，每个微孔内都含有一定的油量，当转子在轴承内转动时，便产生油膜而起润滑作用。为了延长轴承寿命，在电机前后端盖轴承座处，还绕着一条疏松的油毛毡，油毛毡也吸满润滑油，油毛毡裹着含油轴承而形成含油带。当电机运转时，含油轴承与转子互相磨擦而损耗的油量将从油毛毡内得到补充。所谓风扇加油，实质上就是给油毛毡浸油。

（二）含油轴承的拆卸　含油轴承分管形和球形两种。对于球形轴承只需拆下轴承压罩上的紧固螺钉即可拆卸轴承了。对于管形轴承拆卸则比较麻烦，现介绍二种方法如下。

1.用专用工具拆卸　用专用工具即轴承拉杆拆卸。轴承拉杆如图48所示。轴承拉杆由拉杆、螺母和套筒组成，只需旋转拉杆上的螺母，使拉杆后退便把轴承平稳地拉出。这种方法受力均匀，不易使电机端盖产生机械变形。

2.用锤子敲击铜棒直接拆卸　如图49所示，用锤子敲击铜棒直接拆卸。铜棒的直径必须分二级，第一级与轴承滑配合，分差不宜过紧；第二级应小于端盖轴承孔径1—2mm。用锤子敲击铜棒时用力应垂直均匀，不能有偏斜，打偏了容易引起端盖轴承变形。

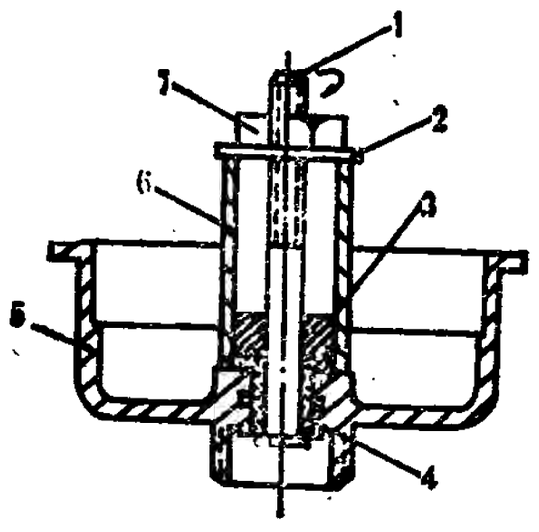


图48　利用轴承拉杆拆卸示意图
1.轴承拉杆　2.垫圈　3.滑块　4.轴承　5.端盖　6.套筒　7.螺母

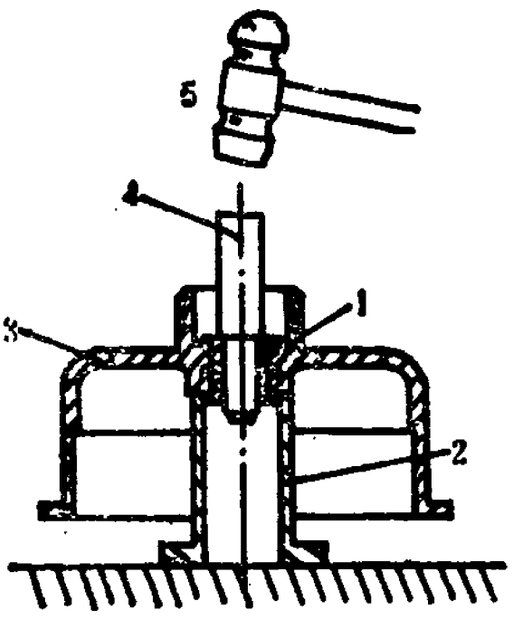


图49　用锤子敲击铜棒拆卸轴承示意图
1.轴承　2.套筒　3.端盖　4.铜棒　5.锤子

（三）含油轴承的安装　新买含油轴承的微孔虽然含油，但由于经过烧结以后，可能有杂质附着在轴承表面，

甚至堵塞微孔，因此安装前最好先用10号或7号变压器油内煮沸，使轴承表面杂物熔化，保持微孔畅通，再放到冷却油里浸泡24小时，最后取出抹拭干净。

安装轴承时，应首先对轴承内外和端盖轴承座孔进行清洁，不允许残留有任何金属异物，变质油脂，如果轴承或轴承座孔有毛刺和机械损伤，则应当用锉刀锉去毛刺或用刮刀刮平伤痕，以保持轴承和轴承座孔表面光滑完整，然后将浸透机油的毛毡放在轴承座孔的油毡槽内，最后安装轴承。

1. 球形含油轴承的安装　安装球形轴承应检查轴承弹簧压片的弹性压力，如发现弹性压力太小或弹性不均的应于更换，然后把球形轴承放入轴承座孔，盖上弹簧压片，上紧轴承压盖螺钉，并检查球形轴承是否牢固，不允许球形轴承自行旋动。

2. 管形含油轴承的安装　安装时可采用如图50所示的专用简易工具，先在轴承内外和轴承导向型芯涂上机油，再用锤子打击导棒，直到轴承端面与轴承座孔面完全接触为止。这样安装一般能保障轴承与端盖定子上口的垂直度与同心度，使电机的定转子之间有均匀的电气间隙。

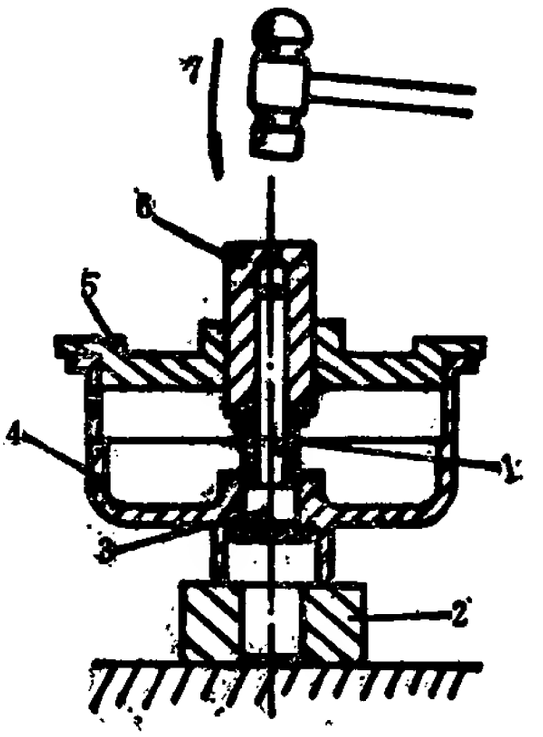


图50　把轴承压入端盖

1.轴承　2.垫块　3.轴承导向型芯
4.端盖　5.定位极　6.导棒

第三节　常见故障及维修

电风扇的故障，一般说来与其制造质量、使用环境、使用方法和保养因素有关，表现形式比较复杂。

电风扇的故障基本上分二类，一类属于电气方面故障主要指电机；一类属机械方面故障，主要指轴承和传动机构，此外还有这二类故障所表现的综合故障。

一、电气故障

1. 扇体带电　扇体带电是指电机绕组、电抗器、定时器，调整开关电源线等带电部位与扇体外壳相通，这时不论电流大小都会引起人身触电事故。扇体带电故障最易发生在电机绕组通地，因为绕组的爬电距离与漏电间隙本来就非常小，造成绕组通地的原因如下。

（1）嵌线不慎损坏了绝缘，特别易损坏槽绝缘。

（2）绝缘受潮气、腐蚀性气体或油污的侵蚀，降低甚至破坏了应有的绝缘性能，俗称绝缘老化。

（3）电机运行时定转子相擦，或电机长期过载运行，引起发热烧伤绝缘层。

（4）绕组与机壳间有异物或电机定子槽内有残留较大毛刺损伤绝缘层。

绕组是否通地，可用兆欧表或万用表测定对地绝缘电阻来确定。检测时使用万用表测量时，可把表拨到欧姆档，若指针指至“0”值，表示绕组已通地；若指针摆不定，说明绝缘已被击穿，但尚未完全通地。绕组通地后，可进一步

把各线圈间的接线拆开，用同样方法依次找出通地点发生在哪一个线圈上。

除绝缘老化以外，这类故障的接地点如果发生在绕组端部，可在接地处垫上绝缘，涂刷绝缘漆排除，如果接地点发生在接近定子铁芯处，则就要从风扇机头内取出定子后排除故障；如果接地点发生在槽内，或多处接地或主副绕组内均有接地故障时，则应考虑把有接地的绕组全部拆除，更换新绕组。从扇头内取出定子通常有二种方法，即敲打法和撞击法。

敲打法。把定子的一端倒置在一个大小与端盖外径差不多的圆筒内，然后用一条铜棒插入后端盖定子铁芯端面上，最后在铁芯四周用锤子轻轻敲打铜棒至定子脱离端盖，见图51。敲打时注意铜棒不要碰着绕组线圈；在当定子绕组快要脱离端盖时，要在圆筒内垫软布或海棉，防止定子掉下来时碰伤线圈。

撞击法。撞击法又分整体撞击法和转子撞击法。所谓整体撞击法是把定子连同后端盖倒放在一个圆筒盒内，用手抱住机壳一起撞击，直到定子脱离后端盖为止，见图52。转子撞击法是利用转子撞击端盖产生的反作用力，促使定子与端盖脱离。具体方法见图53，用手拿着转子轴的一端，另一端插入端盖轴承内，用力从外面向主面一次又一次的撞击，直至定子脱离端盖为止。这种方法比较简单，且不必使用专用工具。

对于电抗器、定时器、调速开关绝缘损坏而造成的扇体带电故障，一般用万用表分段检测均可找出接地点，由于这

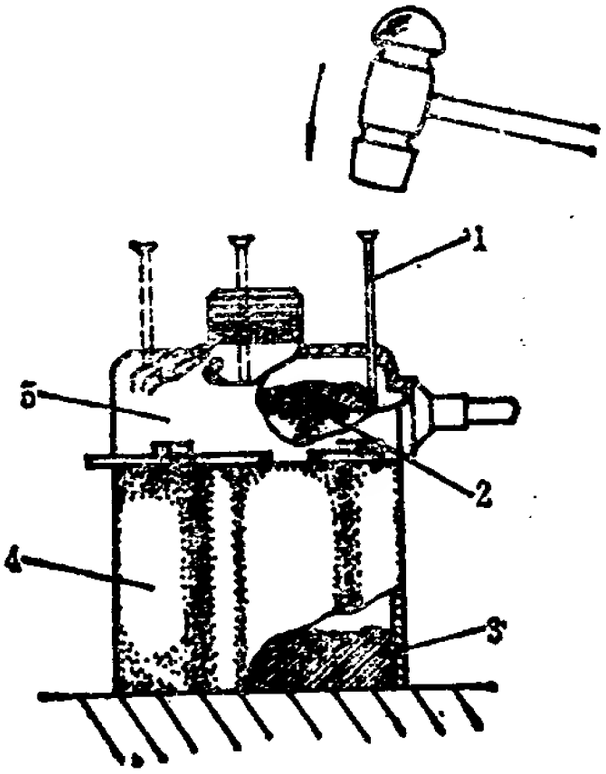


图51　敲打法取出定子绕组

1.铜棒　2.定子　3.棉纱
4.套筒　5.端盖

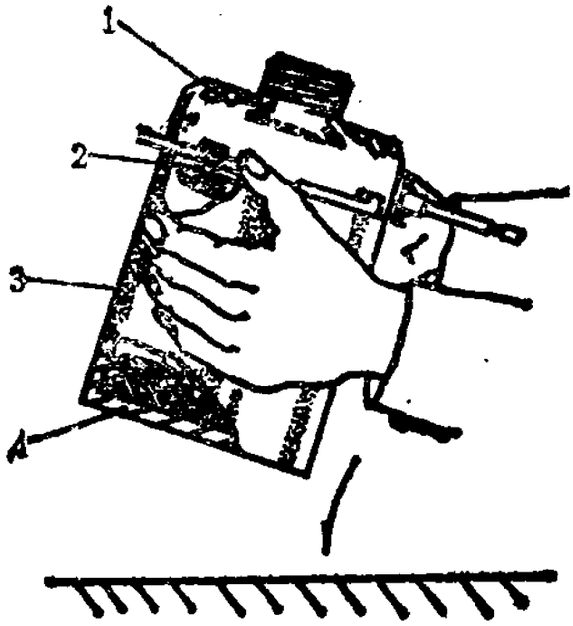


图52　整体撞击法取出定子绕组

1.端盖　2.定子　3.套筒
4.棉纱

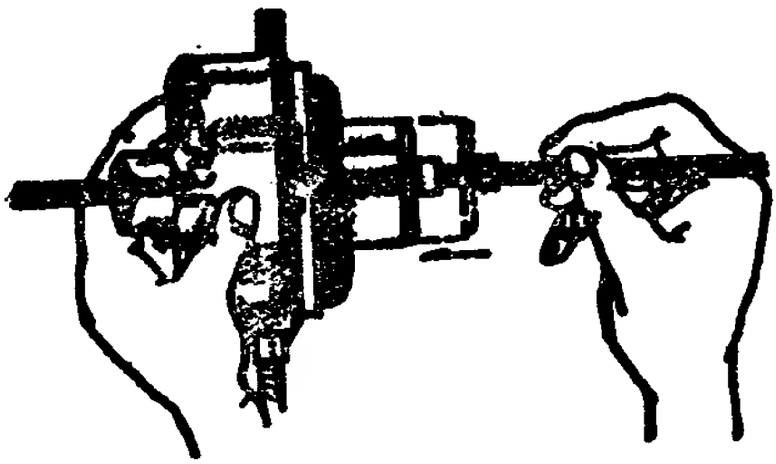


图53　转子撞击法取出定子绕组

些零件的价值不高，故维修时以更换零件为宜。对于电源线造成的扇体带电，则着重应检查电源线二头有否接错，此时电风扇不仅扇体带电，而且不会运转，查出后重新接线排除。

2. 绕组短路　风扇电机的绕组短路主要是由于绕组受潮或绕组线圈绝缘受损伤所造成，有绕组内线圈匝间短路和主副相绕组相间短路。造成短路的主要原因是嵌线或装配不慎碰伤线圈绝缘所致。检查时着重观察定子绕组线圈端部表面有无黑点，该症状是绝缘击穿的表现。对于尚看不清黑点的短路隐患，则应让电扇通电运转几分钟，然后切断电源迅速打开端盖取出转子，用手探摸绕组端部。若发现某处线圈温度明显较高，就表示这一绕组存在短路故障。要注意的是，如果通电运转时电动机已发生焦臭味或冒烟，就应马上切断电源检查烧焦或冒烟的痕迹和部位。

3. 绕组断路　绕组断路是指电机主副绕组中，一个或几个线圈导线开路，或始、末端接点松脱。断路的主要症状是电机无法运转，有时电机运转中突然转速明显变慢而无力，这可能由于副相绕组断路或电容器断路所致。造成绕组断路的原因往往为电压过高，电流过大，焊点焊接不牢。受机械振动或机内落入异物等。这种故障很易用万用表查出。轻者可重新接上焊好，并经绝缘处理；重者，如断点发生在槽内或多点断路，则必须重新更换线圈。

对于电容器内部断路或者电容量不足时，应对电容器作检查。检查方法是将电容器充电接上电源2—3秒后切断电源（超过4秒有可能烧坏电容器）然后用螺丝刀（不能用手碰，以免触电）将电容器两端短接，如果发生火花放电，说明电容器正常，反之为电容器内部断路或电容量不足。

二、机械故障

1. 轴承磨损　轴承制造精度不够，或装不良以及风扇

使用日久，都会使轴承磨损加剧，故障表现在转动有噪声。含油轴承磨损多因长期缺油，运转发热而“卡死”所致。轴承磨损无法修复，只有更换新轴承。

2．转子与机轴松动　转子与机轴应是紧固配合，但因风扇使用日久或经过冲击，致使转子与机轴松动，运转时产生烦人的“嗡嗡”声，修复办法是可在转子与机轴台阶一头正中钻一个2.5mm的透孔，然后用3mm的丝攻攻丝，最后用螺丝全部旋入紧固即可防止一边偏重，必要时可在转子两端钻孔攻丝，两头用螺丝紧固。当然有条件最好换新的转子轴。

3．扇罩抖动　台扇类的网罩在运转时产生抖动，一般有三种情况。一是后网罩固定螺丝松动，前网罩与网罩夹板卡不住，修理时只要拧紧压死即可。二是扇网本身质量不佳，个别钢丝焊接脱离，此时只需把脱焊的钢丝紧固即可。三是扇罩局部变形，修复原状即可。

4．摇头有瞬间停摆　台扇摇头产生瞬间停摆故障的原因有二个，一是斜齿轮的部分齿顶磨损，致使这部分齿顶不能与转子蜗杆啮合，但另一部齿顶则仍能啮合。二是斜齿轮内孔与齿节径偏心过大，这二种情况都产生啮合不好，有时啮合，有时不啮合，引起台扇摇头机构出现间隙地，不规则地摇摆。

还有一种情况是摇摆机构工作一直正常，后来突然不摇摆。原因往往在于齿轮箱盖末上紧螺钉松动，引起箱盖位移。遇到这种情况，只要直接调整箱盖，上紧螺钉即可。

5．摇头失灵　台扇摇头失灵的可能原因有：①遥控式

摇摆机构中的钢丝绳拉断或松紧不当。②滑板式或离合器式的摇摆机构失灵。③斜齿轮的啮合齿全部磨损或损坏。

钢丝绳拉断就该更换同一规格的钢丝拉绳；也可以用较软的单股钢丝代用，更换时将新钢丝套入原钢丝拉绳的软管内，截取同一长度并焊接好两端的金属头。对钢丝绳松紧不当，则可通过两端的金属头来调整，调整完毕应当牢固定位，防止日后又移位。

滑板或摇摆机构失灵是由于移动板的滑道上有异物、毛刺或金属屑。这时就应清除异物、毛刺，刮平滑道，并加少许润滑油，使滑板移动自如。如果滑板失灵是由于滑板上的扣杆与摇摆盘凹处打滑，失去定位而造成，则应调节连杆长度和位置，使扣杆能扣紧摇摆盘凹处。如不行则需更新摇摆盘。

离合器式的摇摆机构失灵，主要因离合器发生故障所致。这是因为上离合齿是用尼龙材料制造，如果齿合轴横销钉有毛刺，上离合齿就不能沿齿合轴下滑与下离合齿啮合，失去了传动曲柄的能力，而不能摇摆。遇此情况只要检查上离合啮的压缩弹簧有无弹性，如无弹性应予更换。然后锉去横销钉上的毛刺，加少许润滑油，装上离合齿，使离合齿上下滑动自如。此外还有可能是牙杆弹珠脱落，那只需补齐弹珠即可。

对于斜齿轮全部磨损或损坏，以及转轴蜗杆磨损严重，则必须换新的斜齿轮或转轴，才可恢复台扇正常摇头。

三、电气及机械的综合故障

1.电扇抖颤　电扇抖颤的原因很多，但比较常见的原因

有四个：①电机定转子气隙不均，磁场不对称和轴向间隙过大，从而产生单边磁拉力或者轴向窜动。②风叶失去对称平衡。③风叶轴孔偏心，多因磨损或固定螺钉松动所致；转子轴弯曲变形。

对于定转子气隙不均可换新轴承或转子轴和提高电机装配精度来解决，若抖颤不严重时也不仿可将端盖中的轴套旋转90°，有时亦能减少抖颤，对轴向间隙过大，则可选用适当的垫圈放在转子轴内便可以了，而垫圈厚度到底多少？有时要试几次方可消除轴窜现象。

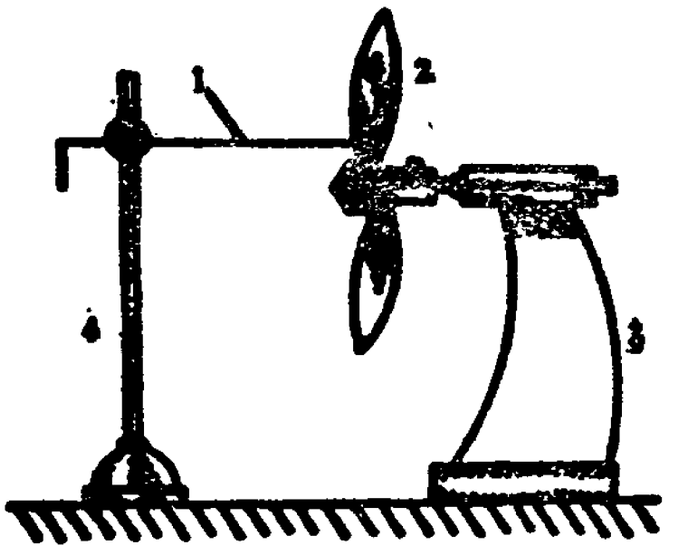


图54　风叶校正架校风叶

1.指针　2.风叶　3.支承架　4.校线座

风叶失去平衡，即风叶变形是由于受外力的碰击或风叶制造材料硬度不够，经过一段时间运行后叶扭角自动改变。对于严重变形的风叶一般难于修复，而应更换新的风叶。对于轻度变形的风叶可在简易风叶校正架上进行，见图54。

首先将风叶紧固在支承架转轴上（转轴轴间间隙公差不能大于0.5mm，选择变形最小的一个叶片为基准，调节校线架上的指针使之对准在这个叶片边沿轮廓上最高点或最低点，然后旋转另一叶片，观看其叶片沿轮廓上同一位置的点是否刚好擦到指针尖。如果指针尖与这一点有距离，表明叶

片已经变形，就应用手整形直至叶片选定的那一点刚好擦到指针尖为止，依这方法校正所有叶片，试转不颤即说明风叶校正适当。

对于风叶轴孔偏心，检修时可紧固螺丝或在偏心一侧加垫铁片来消除。风叶与转子轴没有紧固，这是由于紧固螺钉未紧固在转子轴紧固槽位上，纠正这一错误重新安装风叶片，即可消除。如机轴变形，则应更换新机轴。

2.噪声严重　电风扇噪声产生的原因，主要在三个方面。

（1）电磁噪声。这是作用在电机定子，转子上的磁力波引起的。当电机定子绕组线圈匝数不均、定转子间气隙不均或大小不合适，对大型风扇来讲，电机转子冷却扇叶不平衡。维修方法是重绕线圈，重新装配和调换冷却扇叶。

（2）机械噪声。例如转子偏心或扇叶变形，轴承缺油和磨损严重，齿轮箱传动不良等都会产生机械噪声。若因控制机构不良而发出擦擦声，可试调一下蜗轮蜗杆；若轴向串动发出哒哒声，可重新装配或加垫片予以排除；若风叶轴紧固螺钉松动，则应紧固螺钉即可。

（3）受气流影响而产生的噪声，多属设计上的问题，如叶片几何形状、迎风面积、拱度、扭角等不适当，这就要更换扇叶。

（4）风扇使用不当而引起的噪声，如电风扇安装面不平；吊扇座有相对运动；排扇安装不贴紧墙等，在风扇运转时，由于共鸣作用而产生噪声，用耳认真听很易辨别，针对症状而予以排除。

3.风叶转不动　风叶转不动的故障常见有四个原因：①绕组断路。②电容器断路。③定转子相擦。④轴承卡死。对于定转子相擦有很大程度是因为前后端盖轴承座孔装配不同心，或是使用后发生位移，而引起不同心。因为电机的定转子气隙仅有0.35mm，稍有不同心在通电后，转子很容易被定子的任一边吸引住，以致不能转动产生嗡嗡声。遇此情况稍移松端盖螺钉半圈，然后一面用木锤敲击端盖，一面用手旋转转子，以此来调整球形轴承的同心度，待转子能灵活转动后拧紧端盖螺钉，再通电检查，直至满意为止。产生定转子相擦的另一原因是因风扇使用日久，轴承和转轴磨损严重，然后又隔了较长时间不使用，相擦部位生锈使两零件粘结在一起而不能转动。排除方法是取出转子，用砂纸擦去定子和转子铁芯上面的锈点，再用防锈漆涂封，吹干后装死，当然根本办法还得更换轴承和转轴。

4.起动困难　造成起动困难的原因有：①绕组短路。②电容量不足。③电源电压过低。④轴承卡滞。⑤齿轮箱内零件卡住。

现对轴承卡滞和齿轮箱内零件卡住的产生原因叙述如下：一种是有异物缠绕或轴承内孔有机械伤痕尖刺而阻碍转子转动；另一种是因前后端盖装配螺钉松动而产生转轴的不同心。轴承内孔机械伤痕的尖刺可用刮刀刮去尖刺，如果机械伤痕严重，那就只好换轴承了。对于前后轴承座不同心的故障处理要视轴承的种类而采用不同方法。

对于球形轴承，只要拆除前后端盖，把球形压板螺钉松开，调整好位置后上拧螺钉。调整过程中，可用一支棒插入

球形轴承孔内摇摆，检查是否过松或过紧。对管形轴承的调整，只要把齿轮箱后盖打开，取出斜齿轮，然后用手捏着转子轻轻旋转，如发现有一点过紧，可用木锤在电机前端盖过紧的方位上的筋部轻轻地敲击一下，再用手捏着转子轴旋转，如果发现不那么紧了，则在这个位置上继续敲击直至没有一处紧一处松的现象为止。如果在上述位置敲击后反而更紧了。那就不应再在此点敲击，而应向相反方向敲击一下，使它恢复原来位置，然后找寻其他点敲击。前端盖共有五个筋部，可任意选一点敲击。

齿轮箱零件卡住有多种故障表现形式，比如台扇仰角时不能起动，通常是由于轴紧引起的，而造成轴紧的因素有许多，如异物阻塞、润滑油脂变硬和后外盖螺钉拧得过紧等。处理方法是排除异物、更换润滑脂和放松后外盖螺钉。在松动螺钉时，要边松边用手转动转子轴，直到没有轴紧现象为止。

5.其它故障

（1）接通电源，但电扇不转。产生原因：①电源没电。②插头插座接触不良。③引线断路或引线与插头松脱。④控制开关失灵或接触不良。⑤某一接线断路或接点松动。⑥电抗器内部断路。上述几处原因都可用万用表查出。电抗器若损坏严重，则可按表7重新绕制。电抗器短路更应重新绕制。

（2）指示灯不亮或时亮时不亮。当按下开关，电风扇运转但指示灯不亮，这显然是指示灯泡的灯丝烧断或者指示灯电源线路不通。若指示灯时亮时不亮，这可能由于灯泡与

灯座接触不良。

（3）定时器故障。造成机械式定时器故障的常见原因有：①定时器主轴磨损严重。②导电接触片接触不良，③定时器不对零位或指示盘移位造成定时器定时不准。

（4）电机或电抗器外壳温升过高。这种故障一般可在风扇运转半小时后用手摸试探。如外壳温度的确很热，但手尚能在上停留，这说明温升只超过少许，应停机检修找出原因予以排除。如果外壳温度过高，手无法停留，这说明电机已到了烧坏时刻。造成外壳温度过高的常见原因是副绕组断路、电容器断路以及绕组短路所致。

第二部分　电 热 器

第六章　概　　述

电能和热能是能量的不同形式，它们之间是可以互相转换的。如火力发电厂可将热能转换为电能，热电偶是将热能转换为电能的最简单的仪器；与此相反，电热器具是将电能转换为热能的各种各样的电器产品和电器设备。

电热器具主要用于家庭日常生活，也常用于工农业生产以及公用事业。主要用来改善生活环境、减轻家务劳动，並为日常生活的社会服务工作创造有利条件，提高人民的生活水平。近年来，电热器具的生产和应用在国际上和我国各地均已获得很大的发展，产品品种、规格和花色日益增多，层出不穷。以下各章只介绍其中具有代表性的部分产品。

第一节　电热形式

电热器具是将电能转换为热能的电器产品，电能转换为热能的形式，按其原理分有电阻加热、感应加热、介质加热和电弧加热四种类型。

一、电阻加热

电阻加热是获取电热的主要形式。它又分为直接电热和间接电热二种。

（一）直接电热法电阻加热 直接电热法是使电流通过被加热物体本身，利用被加热物体本身的电阻发热而达到加热目的。主要用来加热形状规则的物质。如在家用电器中，利用水本身的电阻来加热水的热水器等产品。

采用直接电热法时，待热物体两端直接接到电路中，用一个具有分头的变压器或一个变阻器来调节工作电压或工作电流。在热水器内，外电路中提供的电位差保持不变，而水的电阻则以改变电极位置和电极面积大小或水位高低来调节。凡是利用直接电热法来加热的物体，其本身必须具有一定的电阻值，如果本身电阻值太小（电的良导体）或太小（电的绝缘体）都不适宜采用直接电热法。

（二）间接电热法电阻加热 与直接电热法相反，在间接电热法中，电流通过的回路，並不是所要加热的物体，而是另一种专门材料制成的电热元件。电流使电热器具中的电热元件产生热量，再利用不同的传热方式（辐射、对流及传导）将热量传送到被加热物。这种间接电热法电阻加热形式是目前使用最为广泛的一种形式。主要用来加热和干燥物体。小至电热发钳，大至电灶，都广泛采用这种间接电热法。

二、感应加热

感应加热又分为铁芯感应加热和无铁芯感应加热两种。铁芯感应加热是利用变压器原理，将被热物当做变压器的副绕组而进行加热，如一种感应式电烙铁。无铁芯感应加热是将被热物体置于交变磁场中，利用被热物在交变磁场中感应

产生的涡流进行加热。家用电器产品中的电磁灶等电热烹调炊具就是应用无铁芯感应加热的典型例子。

三、介质加热

介质加热是将被热物置于高频交变电场中，利用被热物的介质损耗而加热。在工业中用来加热和干燥电介质类和半导体类的材料，在家用电器产品中，用来制成微波电灶等产品。

四、电弧加热

电弧加热是利用电极与电极之间，或电极与工件之间产生放电，促使空气电离形成电弧发出的高温来加热物体。家用电器产品中的电子点火器等产品属于此类。

在家用电器产品中，上述四种电热形式，以电阻加热中的间接电热法应用最为普遍。

第二节　基本计算方法与计算公式

一、热的度量

既然热是能量的一种形式，热能也和其它能量如水能、电能一样有它自己的度量单位。在厘米、克、秒制（CGS制）中所用的热量单位是“卡”，即把使1克水的温度升高1℃所需要的热量称为1卡（cal），又称为小卡；在米、千克、秒制（MKS制）中以“千卡”（kcal）为单位，又称为大卡。1 kcal=1000cal。在英美等国家中，又常采用英国热单位（British thermal unit 或B.t.u）。英国热单位是以1磅水的温度升高1°F所需要的热量。国际上广泛采用千

卡、卡（米制）和英国热单位（英制）为计量单位。近年来，在米制的MKS制基础上发展起来的国际单位制得到越来越多的国家支持，並决定采用国际单位制。在国际单位制（SI）中，热量是以“焦耳”（J）为单位。焦耳（J）不仅仅是热量的单位，它也是能和功的单位。1焦耳（J）＝1牛顿米（Nm）＝1瓦秒（Ws）。

热既然是能量的一种形式，因此热的度量和其它能量的度量之间有一定的度量转换关系。热量单位和其它功、能单位的换算见表21。

表21　热量和功能单位换算

千卡 kcal	焦耳 J	千瓦时 kWh	千克力米 kgf·m	英热单位 Btu	英尺磅力 ft·lbf
1	4186.8	1.163×10^{-3}	426.935	3.968	3.807×10^{3}
239×10^{-6}	1	277.8×10^{-9}	0.102	947.8×10^{-6}	0.7376
859.845	3.6×10^{6}	1	367.1×10^{3}	3412	2.655×10^{6}
2.342×10^{-3}	9.807	2.724×10^{-6}	1	9.295×10^{-3}	7.233
0.252	1055.06	293×10^{-6}	107.6	1	778.2
0.324×10^{-3}	1.356	0.3768×10^{-6}	0.1383	1.285×10^{-3}	1

二、温度

热量虽有自己的单位，但它不能象水量、电量、重量那样直接用容量、电表、秤那样测出它的大小。热量的增加或减少往往是通过温度的变化来表现的。一个物体吸收了热量，温度就升高，我们称为“热”起来；如物体放热出热量，温度就降低，我们就称为“冷”下来。“热”和“冷”就是物体热量变化引起的温度变化的表现。物体的热量虽不易直接用仪器仪表测得，但物体的温度可以借助于温度表、温度计等仪器仪表测量。因此，在实际应用中，我们往往是通过

测量物体的温度变化来计算它的热量。

常用温度的度量有三种：

（一）百分度温标 又称为摄氏温标。以“℃”表示。是以水在一个大气压下的冰点作为 0 ℃，沸点作为100℃来标定的。

（二）国际温标 又称为开尔文温标。以“K”表示。是以水的三相可复现的平衡态固定点为一个参照点作为273.16K，相对于摄氏0.01℃。在开尔文温标中的刻度与摄氏刻度是相等的。因此对于温差来讲 1 ℃ = 1 K。

（三）华氏温标 以“°F”表示，是以水在一个大气压下的冰点为32°F，沸点为212°F标定。

各种温标之间的换算见表22。

表22 温标间的换算公式

摄氏度（℃）	华氏度（°F）	开尔文（K）
℃	$\frac{9}{5}$C+32	C+273.15
$\frac{5}{9}$（F−32）	F	$\frac{5}{9}$（F+459.67）
K−273.15	$\frac{5}{9}$K−459.6	K

三、热量计算

物质在同一状态下用温度变化来计算热量的公式：

$$Q_1 = M\ (T_2 - T_1)\ C \qquad (1)$$

式中 Q_1——物质得到或失去的热量；

M——物质的质量；

T_2——物质得到热量之后的温度；

T_1——物质得到热量之前的温度；

C ——物质的热性质——比热。

物质的比热C是指该1克或1千克物质升高 1 ℃时所需的热量。物质比热常用的单位有：kcal/(kg·℃)；J/(kg·K)；在家用电热电器中常用材料比热见附录 3 。

物质在同一温度下状态的变化（即固体状态变为液体状态、或液体变为汽体等）所需要吸收或放出的热量计算公式：

$$Q_2 = MC_0 \qquad (2)$$

式中C_0表示物质的潜热，即指熔解热和汽化热，或凝固热和凝结热。常用的单位是卡/克、千卡/千克或焦耳/克。

物质在有状态变化时所含的总热量计算公式为：

$$Q = Q_1 + Q_2 \qquad (3)$$

四、电热转换计算

电热的主要形式是电阻加热形式，它的计算最基本的公式是电热当量。即：

$$1\,\text{kW·h} = 859.845\ \text{kcal} \approx 860\text{kcal}$$

从这个当量出发，导出下面工程中常用的计算公式：

$$Q = 0.2388 I^2 R_t \tau_s \quad (\text{cal}) \qquad (4)$$

$$\approx 0.24 I^2 R_t \tau_s \quad (\text{cal})$$

$$Q = 860 \frac{U^2}{R_t} \tau_h \quad (\text{cal}) \qquad (5)$$

式中 Q——电阻通电发出的热量（cal）；

U——电阻两端的工作电压（V）；

I ——通过电阻的工作电流（A）；

R_t——在工作状态下的电阻值（Ω）；

τ_s——通电时间（S）；

τ_h——通电时间（h）。

公式（4）是在工作电流为恒定值时使用的公式；公式(5)是在工作电压为恒定值时使用的公式。

在家用电热器具产品中，常按所需的热量Q来计算电热器具的电功率P：

$$P=\frac{Q}{860}\qquad(\mathrm{kW\cdot h})\qquad(6)$$

第三节　电热器具的分类与结构

一、分类

家用电热器具产品一般不按加热原理来分类，而按产品用途来分类。家用电热器具产品的分类见表23。

表23　电热器具产品分类表

分　类		产　品　举　例
炊事用	烧煮用	电饭煲、电热锅、电子瓦撑、电灶、电磁灶、微波灶等
	煎烤用	电煎锅、电炒锅、电烤箱、面包炉、三明治炉等
	沸水用	咖啡壶、电水壶、暖乳器、电热杯、自动沸水器等
取暖用	直接取暖	电褥、电热被、电热衣、暖手筒、电热鞋、电拖鞋等
	间接取暖	电暖器、热风器、电热水汀、红外线取暖器、加温佈湿器等
整洁用		快速热水器、储存式热水器、电吹风、电熨斗、电热梳等
医疗卫生用		家庭消毒器、热缚器、红外线电灸器等
其　它		电烙铁、电热笔等

二、结构

各种电热器具基本上都是由电热元件、控制元件和功能

结构件三大部分组成。

（一）电热元件 电热元件是电热器具的关键零部件，是电热器具的心脏。它直接决定电热器具的使用寿命、使用安全和使用经济效益。

（二）电热控制元件 电热控制元件决定于产品的技术性能和使用功能。最简单的电热器具可以没有电热控制元件。产品性能和功能越全面，电热控制也越复杂。

（三）功能结构件 功能结构件一般决定于产品的用途。如电炒锅中的炒菜锅体、电水壶的壶体等，就是最基本的结构件。功能结构件除了考虑到主要用途外，应特别考虑到电的安全性和热的安全性。采用不同的电热形式或不同的电热元件、不同的控制元件则功能结构体也不同。功能结构体是否合理直接决定着电热器具的效率和外观。因此，用途、安全、效率、造型、成本是功能结构件的五个要素。

电热元件和控制元件带有共性，本部分放在前面介绍；不同的电热器具有不同的功能结构件，各具个性，因此放在本部分后面按类逐一介绍。

第四节 电热器具通用技术要求

电热器具的设计、构造和维修应使其正常应用中都能安全地运行而不会给人及外界环境带来危险，即使有在正常使用中可能出现的那种草率操作时，也应如此。

电热器具的通用技术要求主要有下列几点：

（一）功率误差 电热器具的输入功率和可拆开之电热

元件的输入功率，在额定电压和正常工作温度下，不应大于表24所示的偏差：

表24　功率允许误差

额定输入功率（W）	偏　　差
≤100	±10%
>100	+5%或-10%，或者±10W（以较大者为准）

（二）温升　当电热器具中所有的电热元件都接入在电路中时，电热器具有足够的发热条件，电源电压的输入功率等于最大额定输入功率的1.15倍的情况下工作，电热器具中人们握持的手柄、旋钮、夹子等零部件的温升不得超过表25值。

表25　允许温升值

零　　件		温　升（℃）
正常使用中连续握持的	金属制的	30
	陶瓷或玻璃材料制的	40
	模压材料、橡胶或木制的	50
正常使用中仅短时握持的	金属制的	35
	陶瓷或玻璃材料制的	45
	模压材料、橡胶或木制的	60

（三）泄漏电流　电热器具在工作温度下的泄漏电流按电热器具额定输入功率每千瓦不大于0.75mA为标准，但整

个电热电器最大不超过 5 mA。

单相电热器具泄漏电流按图55所示的转换开关，分别在位置 1 和位置 2 进行测量。三相电热器具泄漏电流按图56，用轮流断开 a、b、c开关，闭合另外两个开关的方法，重复进行测量。

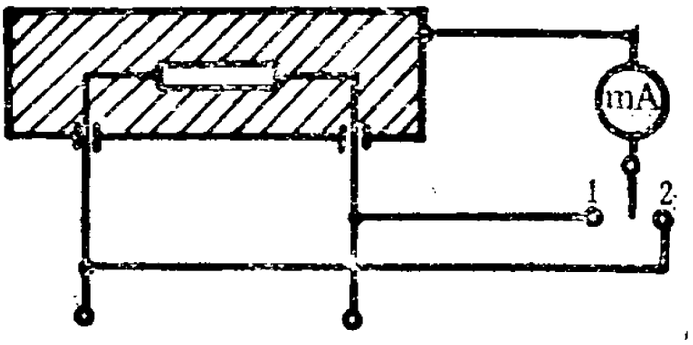


图55　单相电热器具泄漏电流测量线路

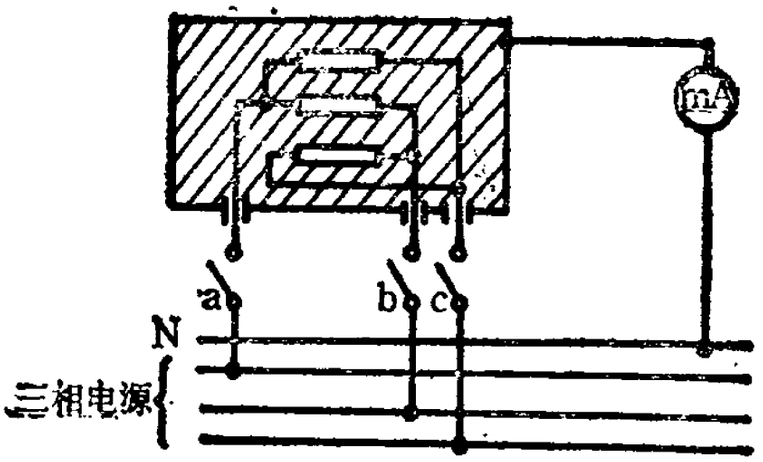


图56　三相电热器具泄漏电流测量线路

表26　电气强度试验电压值

施加试验电压的部位	试验电压（V）
带电部件和仅用基本绝缘与带电部件隔离的机体部件之间	1250
带电部件和用加强绝缘与带电部件隔离的机体部件之间	3750

（四）电气强度 电热器具的电气绝缘强度应能承受基本正弦波、50赫的交流电压1分钟的试验，而无击穿或闪络现象。试验电压值按表26所列。

（五）防触电保护 电热器具的结构和外壳应有良好的保护，使人不能与带电部件发生意外接触，在按正常使用，甚至在打开盖、门和拆除可拆的部件之后，仍具有防触电保护。是否合格是以图57所示的标准试验指来检测的。

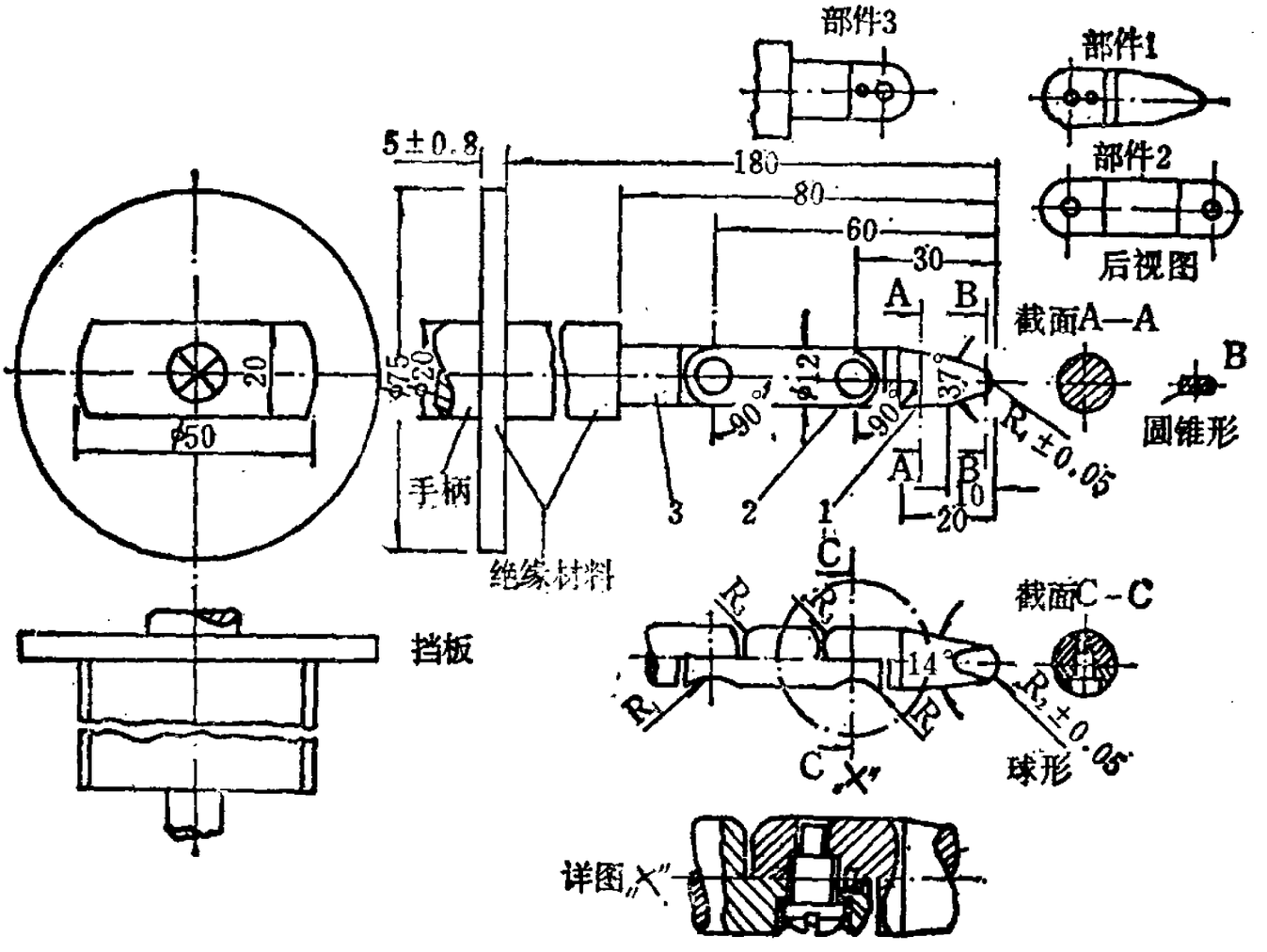


图57 标准试验指
1.挡板 2.圆柱体 3.球面

要特别说明的是：油漆、瓷漆、普通纸、棉花、金属部件上的氧化膜、绝缘珠及密封膏等物品的绝缘性能都不能作为防止与带电部件发生意外接触的保护。

第七章　电热元件和控制元件

第一节　电热元件

将电热材料做成一定的形状和尺寸，或与其它材料组合成特定的结构，形成一个独立的零部件，能通电发热便是电热元件。

电热元件种类较多。按其结构分为两大类：一类为单一电热元件，主要由一种材料组成，其特点是通电发热，表面带电；另一类为复合电热元件，主要由两种以上的材料复合组成，其特点是通电发热，表面不带电。

习惯上人们按电热材料与空气的接触程度不同，把电热元件分为：开启式、半封闭式和封闭式三个类型。每类又按其材质、结构、形状的不同分为若干种类。电热元件的分类见表27。

下面对常用的几种电热元件作分别介绍：

一、裸露形合金电热元件

裸露形合金电热元件是直接以合金电热丝（或带）绕制成一定的形状制成。常用于开启式电炉、热风器等产品中。

（一）基本原理和常用公式　当电热材料在接通电源形成回路时就有电流流过，电热材料的电阻对电流形成阻力，

表27 电热元件分类表

大类		小类		特点
单一电热元件	开启式电热元件	按材质分类	合金电热元件 非金属电热元件 半导体电热元件	结构简单，制造方便，但外表带电，使用场合有局限性，安全性能较差
复合电热元件	半封闭式电热元件	按结构形状分类	片状电热元件 板状电热元件 管状电热元件	有一定的绝缘保护层，但与空气不完全隔绝，比开启式强度高、安全性好，使用寿命也较长
	封闭式电热元件	按结构形状分类	管状电热元件 板状电热元件 陶瓷包复电热元件 带状电热元件	电热材料被封闭在绝缘材料中，与空气隔绝，热效率高，安全可靠，使用寿命长，可用来加热各种介质

电流为克服材料的电阻而作功，同时也逐步耗降电压，最终使电能转化为热能。

电热材料在工作时的发热功率P（W）可按下式计算：

$$P=\frac{U^2}{R_t} \qquad (7)$$

式中 U——电热材料的工作电压（V）；

R_t——电热材料工作时的电阻值（Ω）。

电热材料的电阻值R_t决定于材料的电阻率和几何尺寸。电阻值的计算公式为：

$$R_t = \rho_t \frac{l}{s} \qquad (8)$$

式中 ρ_t——材料的电阻率（$\Omega \cdot mm^2/m$）；

I——材料的长度（m）；

S——材料的截面积（mm^2）。

（二）常用材料和特性 可以用来作为合金电热元件的材料较多，按电阻率的大小可分为高电阻材料、中电阻材料和低电阻材料三大类。应用比较广泛的是属高电阻的镍基合金和铁基合金。常用的合金电热元件材料的物理性能见表28。它们的特性及主要用途见表29。常用最高工作温度见表30。

（三）线径计算 维修者需要掌握线径计算。这是因为电热丝年久烧毁是最常见的故障，而且维修时由于电热长久氧化已很难推测原来线径，需要维修者根据产品要求计算线径，修复电热元件和电热器具。

1．元件表面负荷的选取 线径计算之前必须先确定元件的表面负荷。表面负荷是指合金电热元件表面上单位面积所分担的功率数（W/cm^2）。表面负荷的选择与下列因素有关：元件材料；元件规格；元件敞露与封闭的程度；元件构造；元件温度；元件加热介质；介质温度；传热方式；支托元件的材料及开关频率等有密切的关系。在相同工作条件的情况下，选用较大的表面负荷，则意味着使用较少的合金材料，用较细的截面积和较短的合金电热丝或带，元件的表面温度较高，相应的使用寿命较短。反之，如选用较小的表面负荷，则可降低材料的表面温度、延长元件使用寿命，但需要增大材料用量。因此，正确地选用表面负荷数值，既能节

约合金电热材料，还能保证较长的使用寿命。图58和图59是合金电热元件选取表面负荷的曲线图。

表28 常用合金电热元件物理参数表

合金牌号	20℃时电阻率 ρ $\times10^{-6}$ Ω·m	密度 ρ' $\times10^{3}$ kg/m³	比热 C cal/(g℃)	线膨胀系数 a $\times10^{-6}$ 1/℃	导热系数 λ $\frac{cal}{cm\cdot s\cdot ℃}$	熔点 ℃	抗张强度 $\times10^{3}$ kgf/cm²	伸长率 δ_{10} 不小于 %
Cr20Ni80	1.09	8.4	0.105	14	2.4	1400	6.5—8	20
Cr15Ni60	1.12	8.2	0.110	13	1.8	1390	6.5—8	20
1Cr13Al4	1.26	7.4	0.117	15.4	2.1	1450	6—7.5	12
0Cr13Al6Mo2	1.4	7.2	0.118	15.6	1.95	1500	7—8.5	12
0Cr25Al5	1.4	7.1	0.118	16	1.83	1500	6.5—8	12
0Cr27Al7Mo2	1.4	7.1	0.118	16	1.8	1520	7—8	10

表29 常用合金电热元件特性和用途

合金牌号	特性	用途
Cr20Ni80	奥氏体组织，基本上无磁性；电阻率较高，加工性能好，可拉成很细的丝；高温强度较好，用后不变脆	1000℃以下、有震动或移动的电热器具中
Cr15Ni60	耐热性比Cr20Ni80略低，其它性能与Cr20Ni80相同	1000℃以下的电热器具中
1Cr13Al4	铁素体组织，有磁性；抗氧化性能比镍铬好；电阻率比镍铬高；不用镍，价格廉；高温强度低，且用后变脆；加工性能稍差	850℃以下的电热器具中
0Cr13Al6Mo2 0Cr25Al5		1200℃以下的电热器具中
0Cr27Al7Mo2	具有负的电阻温度系数，电阻随温度变化较稳定；是铁素体组织，有磁性；抗氧化性能好，耐温度高，电阻率高；用后变脆，加工性能稍差	1300℃以下的电热器具中，适用于固定无震动的场合

表30 合金电热元件最高使用温度

合金牌号	规格 (mm)	电热元件使用温度(℃)	
		常用最高	极限
Cr20Ni80	ϕ0.15—0.4	900—950	1000
	ϕ0.41—0.95	950—1000	1050
	ϕ1.0—3.0	1000—1050	1100
	$\phi>3$；$a>1.5$	1050—1100	1150
Cr15Ni60	ϕ0.15—0.4	900—925	950
	ϕ0.41—0.95	925—950	975
	ϕ1.0—3.0	950—975	1000
	$\phi>3$；$a>1.5$	975—1000	1050
1Cr13Al4	ϕ0.15—0.4	750—775	900
	ϕ0.41—0.95	775—800	1000
	ϕ1.0—3.0	800—825	1050
	$\phi>3$；$a>1.5$	825—850	1100
0Cr13Al6Mo2	ϕ0.15—0.4	1000—1050	1150
	ϕ0.41—0.95	1050—1100	1200
	ϕ1.0—3.0	1100—1150	1250
	$\phi>3$；$a>1.5$	1150—1200	1300
0Cr25Al5	ϕ0.15—0.4	925—1000	1100
	ϕ0.41—0.95	1000—1075	1150
	ϕ1.0—3.0	1075—1150	1250
	$\phi>3$；$a>1.5$	1150—1200	1300
0Cr27Al7Mo2	ϕ0.15—0.4	1100—1150	1250
	ϕ0.41—0.95	1150—1200	1300
	ϕ1.0—3.0	1200—1250	1350
	$\phi>3$；$a>1.5$	1250—1300	1400

注：表中ϕ为圆丝直径；a为扁丝厚度。

图中阴影的上限线所表示的表面负荷数值为上限值，它适用于敞露型的结构。封闭型的电热元件，或要求较长工作

寿命的电热元件，一般是选择较低的表面负荷数值，或者有时低于阴影的下限线。

图58和图59是指圆丝而言。扁丝承受的表面负荷可以比圆丝合金电热元件承受的表面负荷高一些，最高可以增加50%，但这不能一概而论，还要看合金电热元件的构造和其它因素而定。

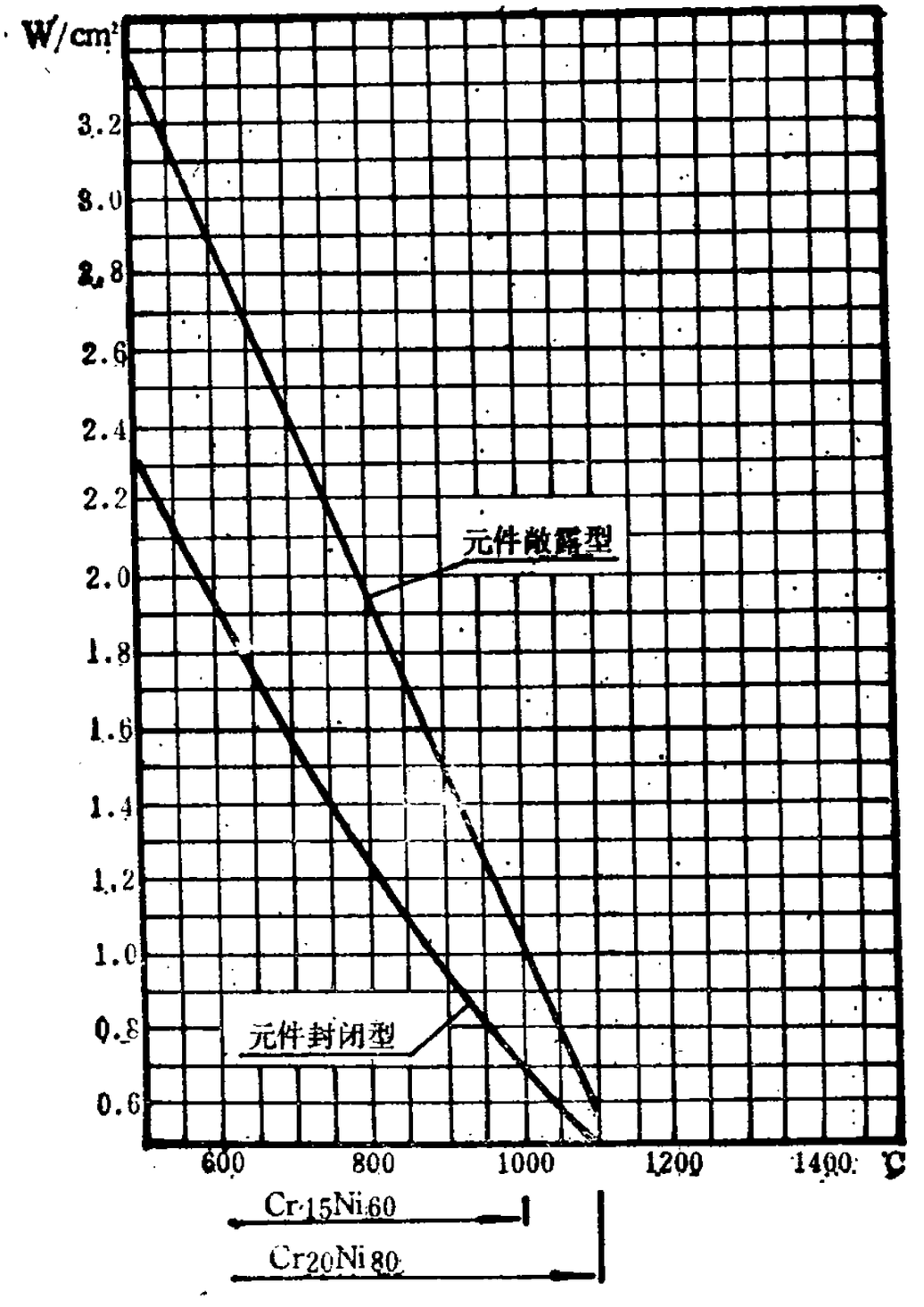


图58　镍铬合金电热元件表面负荷曲线图

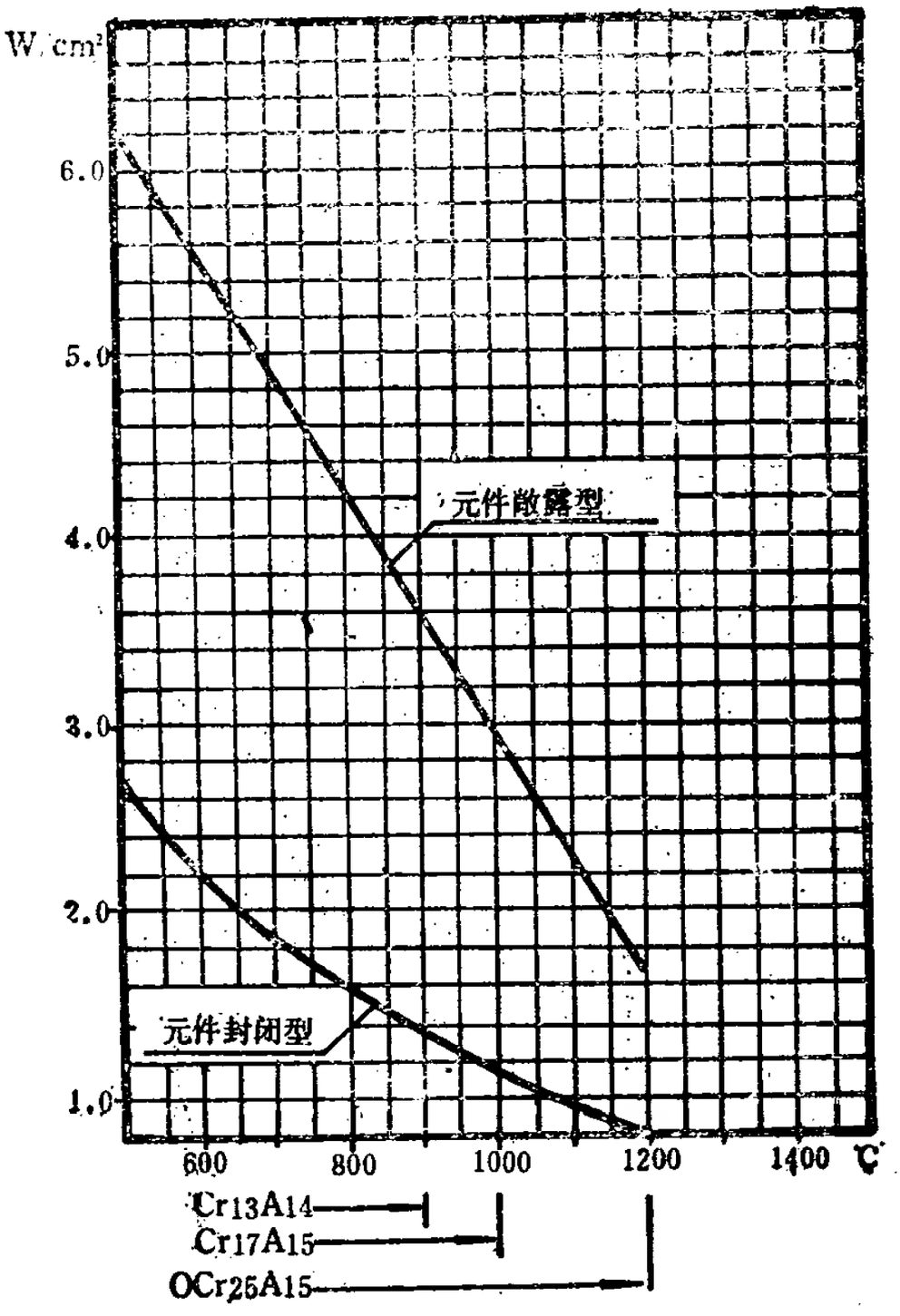


图59　铁铬铝合金电热元件表面负荷曲线图

当合金电热元件作为复合电热元件时，或在某些特殊产品中，它的表面负荷又有所不同，图58、图59不再适用。表31为家用电热电器产品中合金电热元件表面负荷的经验数值。

2．线径公式计算法

（1）圆丝线径与长度

表31 常用电热器具中合金电热元件负荷数据

产品名称	结构型式	表面负荷 (W/cm²)
日用电炉	开启式	4—8
	封闭式：不带控温	8—15
	带控温	15—25
电熨斗	云母骨架	5—8
	管状元件带控温	20—30
电烙铁	外热式	4—8
	内热式	6—10
电饭锅	铸铝管状元件带控温	10—20
电热水器	电热丝直接浸在水中	30—40
	管状电热元件	10—20

$$d=0.3435\sqrt[3]{\frac{\rho_{20}\cdot C_t\cdot P^2}{\omega\ U^2}} \tag{9}$$

式中 d——圆丝直径（mm）

ρ_{20}——20℃时的电阻率（$\Omega\cdot mm^2/m$）；

C_t——电阻率温度修正系数；

P——元件功率（W）；

W——表面负荷（W/cm^2）；

U——元件工作电压（V）。

（2）圆丝长度l（m）

$$l=0.0927\sqrt[3]{\frac{U^2P}{\rho_{20}C_t\omega^2}} \tag{10}$$

（3）扁丝尺寸计算　假定扁丝截面边长之比：$\frac{b}{a}=m$，则

$$a=\sqrt[3]{\frac{\rho_{20}\cdot C_t\cdot P^2}{20\omega U^2 n(m+1)}} \tag{11}$$

$$l=\frac{P}{20\omega a(m+1)} \tag{12}$$

式中　a ——扁丝厚度（mm）；

b ——扁丝宽度（mm）；

m ——$m=b/a$；一般取$m=5$ --12。

3．线径计算查表法　为减化计算，通常采用计算查表法，即先利用下面公式计算出单位电阻的散热面AΩ（cm^2/Ω）：

$$A\Omega=\frac{P^2}{U^2\omega} \tag{13}$$

然后查表32，便可得到相应的丝径规格d和单位长度电阻值lΩ。

再按下式求得元件长度l值：

$$l=\frac{U^2}{P\cdot C_t\cdot l\Omega} \tag{14}$$

4．线径图解法　如图60、图61分别为Cr15Ni60和0Cr25Al5合金电热元件计算图。由图根据元件的功率或电流，再结合表面负荷值，可从图中直接查出所需合金材料的线径和长度。

（四）断丝维修　使用裸露合金电热元件，常见的故障是断丝。发生断丝时可采用下列方法进行维修：

表32 电热丝数据表

d (mm)	l_0 (Ω/m)		g/m		A_0 (cm²/Ω)	
	镍 铬	铁 铬	镍 铬	铁 铬	镍 铬	铁铬
1.6	0.542	0.697	16.69	14	92.72	72.2
1.4	0.7081	0.910	12.78	11	62.12	48.3
1.3	0.823	1.058	11.026	9.4	49.82	38.5
1.2	0.9657	1.238	9.4	8	39.196	33
1.0	1.388	1.783	6.52	5.6	22.64	17.6
0.9	1.713	2.200	5.28	4.5	16.5	12.7
0.8	2.168	2.790	4.172	3.6	11.59	9
0.7	2.75	3.640	3.29	2.7	8.1	6.03
0.6	3.855	4.953	2.35	2	4.89	3.8
0.5	5.551	7.135	1.63	1.4	2.83	2.2
0.45	6.853	8.820	1.32	1.13	2.063	1.605
0.4	8.674	11.13	1.05	0.9	1.449	1.13
0.35	11.01	14.1	0.82	0.7	1.013	0.78
0.3	15.42	19.8	0.59	0.505	0.6112	0.475
0.25	22.21	28.6	0.41	0.35	0.3537	0.274
0.2	34.7	44.5	0.26	0.222	0.1811	0.14

（1）当合金电热丝直径小于0.5mm时，可在断头外互相缠绕连接，如图62。

（2）当电热丝直径为0.5—1mm时，可用一小段直径比螺旋直径略小的铁丝或不锈钢丝铣槽后冷压，如图63所示。也可采用包不锈钢皮连接的方法，如图64所示。

（3）当电热丝直径在1—1.5mm时，可采用铣槽焊接（或钻孔焊接），如图65和图66所示。

（4）当电热丝直径大于1.5mm时，可采用对焊连接。如图67所示。

上述各种断丝维修方法，均需注意消除连接处表面氧化层，使连接处接触良好，同时应注意不可减少电热丝的有效截面积，或损伤电热丝。一般采用的方法是用细砂皮轻轻擦拭电热丝断头处表面，待见到电热丝表面金属光泽即可。

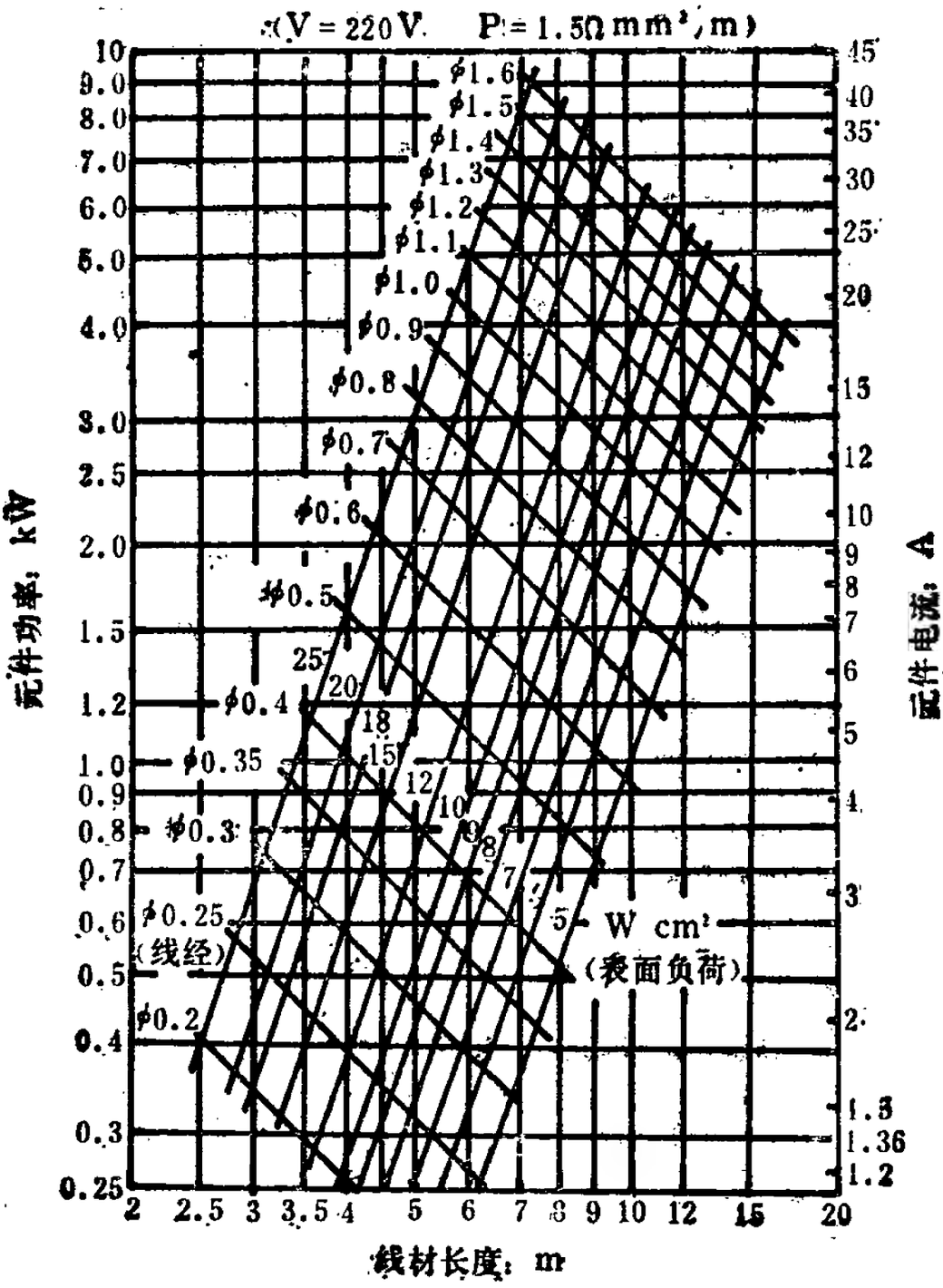


图60　镍铬合金电热元件计算图

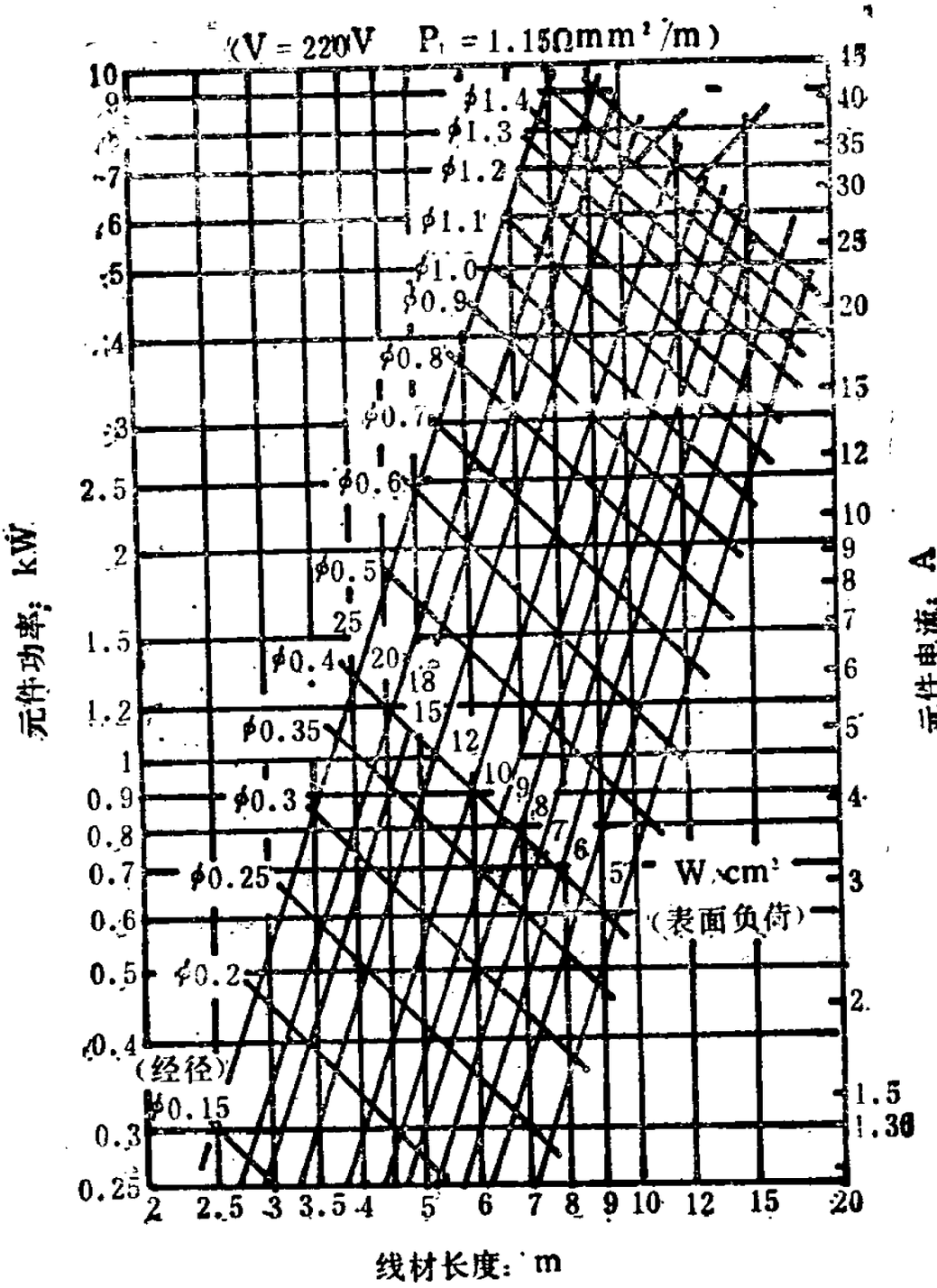


图61　铁铬铝合金电热元件计算图

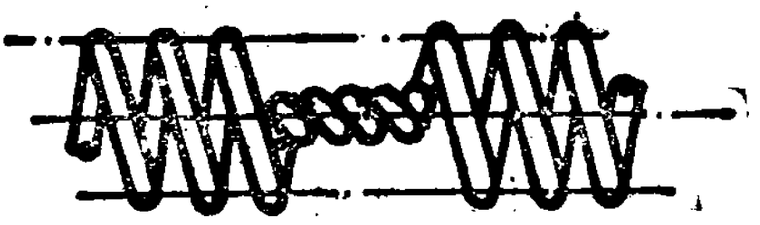


图62　缠绕连接

图63　铣槽冷压连接

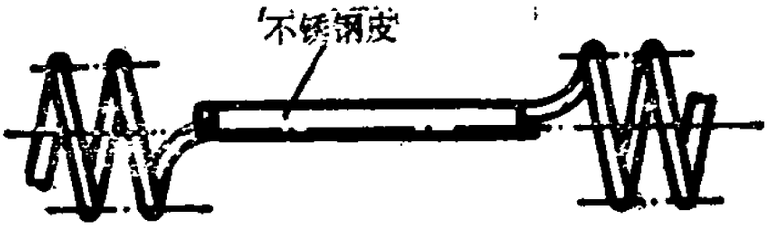


图64　包不锈钢皮连接

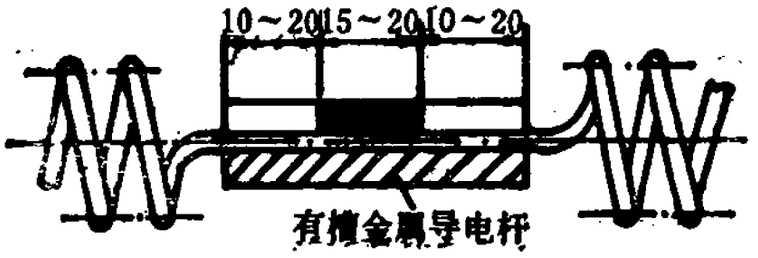


图65　铣槽焊接

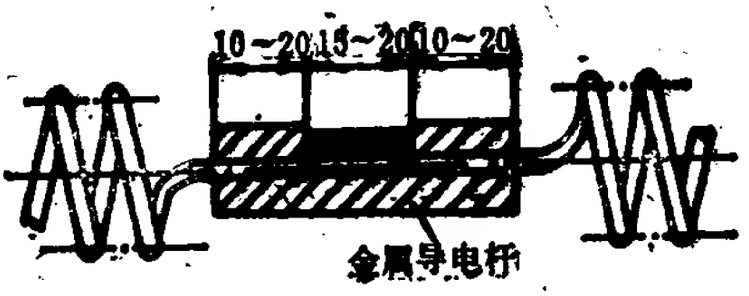


图66　钻孔焊接

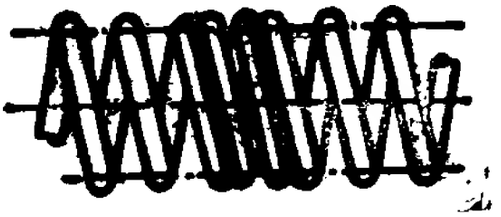


图67　螺旋对焊

二、PTC电热元件

PTC电热元件，是一种具有正温度系数的热敏电阻，它是用 $BaTiO_3$ 钛酸钡系列的化合物，掺杂微量的稀土元素而加工制成的。具有温度自限能力、效率高、无明火、使用安全可靠等独特的优点。目前的应用日益广泛。

（一）主要特性

1. 有温度自限能力　PTC电热元件的电阻，开始时随着温度的升高而下降，能很快得到最大功率，使其迅速升到最高温度，当元件达到某一特定温度范围时(称为居里点)，电阻会发生突变，电阻率急剧上升，增加的倍数可达 10^3～10^5 倍以上，如图68所示。从而可使功率迅速下降，保持元件表面有一恒定温度范围。因此PTC电热元件具有温度自限能力。

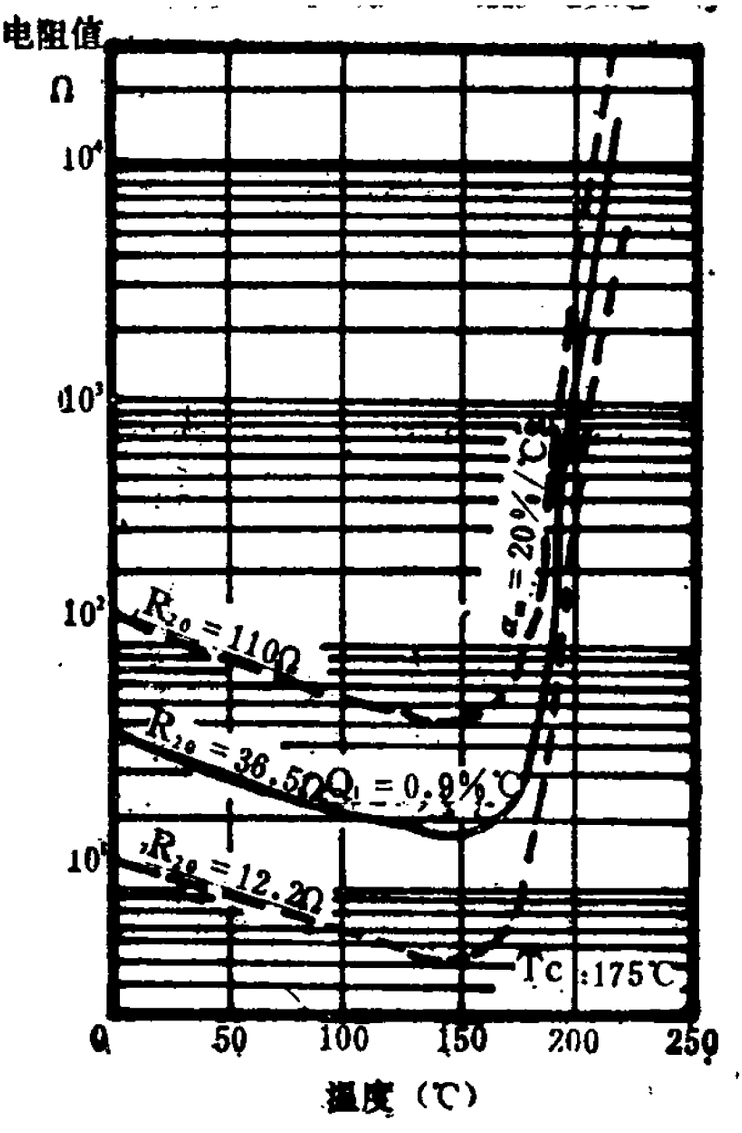


图68　PTC电阻温度特性

2. 温度点可变性　在实际使用中，不同用途的电热器具对温度恒温范围要求不同。PTC元件的居里点可以改变，方法是用其它的镧族

(La) 元素来置换钛酸钡中的钡。利用这种温度点可变性，可以将居里点控制在100～350℃范围内。

3．功率可变形　元件接通电压后，电流随电压的增加而增加，达到居里点温度时，电流达到最大值；元件进入PTC区域，如果电压继续增加，电流反而减小，此时元件消耗功率为：

$$P=VI=D\ (T_m-T_a) \qquad (15)$$

式中　T_a——环境温度；

T_m——元件最高工作温度；

D——元件放热系数。

从公式（15）可以看出，PTC电热元件随外部使用条件变化而改变自身的发热功率，也就是当环境温度较低，吸热较多，元件散热较好时，其功率也就大，反之则较小。这个特性是极为重要的，意味着它的发热功率能自动根据需要而调节。

（二）结构与用途　常用的PTC电热元件有圆盘式、蜂窝式、口琴式、带式等。

1．圆盘式　圆盘式外表呈圆盘形，在两个表面上装有电极用引线连接。也有做成长方形，在它的两面设有梳形电极。这种结构适用于暖足器、保温锅、电子瓦罐、电饭锅、电开水壶等产品中。

2．蜂窝式　蜂窝式是在圆盘式基础上开了大量的通孔，以增加热交换面积，在元件的边上设置有电极，常用在电气温风机、热风器、被服干燥机、电吹风等产品中。

3．口琴式　口琴式是由许多长方形薄片按口琴状并排

组装，以金属电极板作为机械固定。空气通过薄片表面进行热交换可获得较大的热量，它的特点是调节元件组装的片数就可方便地得到不同的发热量。它在全季节型暖房机、各种干燥器中得到广泛的应用。

4．带式　带式扁平而细长，适用于长条形的各种电热电器，如屏风发热器、管路加温器等。

（三）故障与维修　PTC电热元件使用中常发生的故障主要有不热和发热不均衡两种现象：

1．不热　产生PTC电热元件不热故障主要原因是PTC电热元件的电极脱落，使线路不通。PTC电热元件的电极形成一般用无电解电镀法、喷镀法和印刷法三种，由于长期使用，使电极与PTC电热元件逐渐分离，最后形成接触不良而断路。

维修方法可采用导电胶胶合，胶合前将原电极与电热元件的接触面清除杂质和氧化层，然后涂上一层薄薄的导电胶，加压后固化。

2．发热不均衡　发热不均衡表现在发热温度不均匀和发热温度有周期振荡现象。这一故障的产生是由于PTC电热元件存在着电压不平衡和电气输入的振荡等现象造成。这些现象的引起，主要是因为PTC电热元件本身导热能力低。因发热体的冷却首先是由表面开始的，这就形成发热体温度分布不均匀，高温的地方比低温的地方阻抗高，在高温部分和低温部分并列的情况下，电压主要分布在高温部分，这是电压不平衡的现象。在这种情况下，电流被高温部分的高阻抗所遮断，不易通过，因而电流主要向阻抗低的表面部分流

动，所以引起电流流动的不均衡现象。电流的不均衡促使温度重新分布，随着时间的推移，不均衡现象也在周期变化，即引起所谓摇摆振动的现象。最终表现在PTC电热元件的输入功率上超低频的振动现象。这一故障现象的克服方法有下列4种：①PTC电热元件尽可能选择居里点高的材料。②更换电极，采用主要能从表面通过电流的电极结构。③减小PTC电热元件的厚度，尽可能使各部电热元件均有好的散热环境。④扩大PTC电热元件单位表面体积。

三、管状电热元件

（一）结构 管状电热元件简称为电热管。其结构如图69所示。螺旋形电热丝位居于管内中央，电热丝与金属护套管之间充填有密实的绝缘导热填充料，管口有封口材料封实，管端用供接线用的导电引出杆引出。

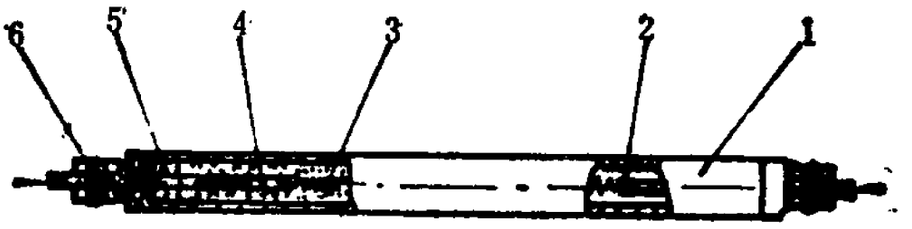


图69 管状电热元件

1.金属护套管 2.绝缘填充料 3.螺旋形电热丝
4.导电引出杆 5.封口材料 6.接线紧固件

普通金属管状电热元件都是在管子两端接线，也有在管子一端接线的称为单端管状电热元件。如图70所示。

（二）特点 管状电热元件通电发热表面不带电。由于结构特点形成了金属管状电热元件具有许多超越其它型式的电热元件的优点：

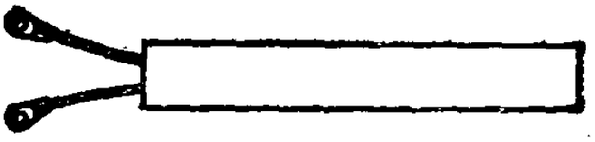


图70　单端管状电热元件

1．寿命长　螺旋形电热丝被密实的绝缘导热填充料所包围，与外界隔离，管端又有封口材料，因此螺旋形电热丝不容易氧化，寿命非常长，在正常合理的设计、制造和使用情况下，它的寿命可在10年以上。

2．机械强度高　其外壳金属护套管是由无缝薄壁管制造，具有足够的机械强度，另一方面螺旋形电热丝和绝缘填充料被紧密地压缩在金属管内，无相对位移，所以能耐受冲击和震动，在震动条件下工作也仍保持原有性能，抗外来机械破坏力强。

3．效率高　由于管状电热元件在通电发热情况下其表面不带电，因此它可以直接放置在被加热物体中。如加热液体时，管状电热元件直接置放在液体中，它所发出的热量将被液体全吸收。它的热效率有时可以达到90％以上。

4．节电　由于管状电热元件几乎是直接加热被加热物，它的效率高，因此相对来讲，它所消耗的电力就少。如在加热热处理熔液时，采用管状电热元件进行内加热所需电力可减少40％。

5．结构简单、用料省和成本低　管状电热元件结构简单，所用合金电热丝由于不易氧化，因而可选择较大的电热

丝表面负荷，采用较小截面的电热丝，这样大大减少电热丝用料。另一方面，由于电热丝外面有金属护套，不直接受外来机械力影响，且电热丝被密实埋置在填充料中无相对位移，因此就有可能采用脆性较大的铁基合金丝来代替镍基合金丝，这样就又节省了大量稀有金属，降低了产品成本和投资费用。

6．使用安全　填充料采用绝缘良好的导热材料，在高温工作状态下也具有良好的电气性能，使用安全性高。

7．可以弯成各种形状　管状电热元件在制造时是按直管生产，制造好后可以弯成各种所需要的形状。

（三）负荷的选用　管状电热元件的管表面负荷是按加热介质、管子材料及工作温度等因素来确定的。表33为管状电热元件负荷经验数值。

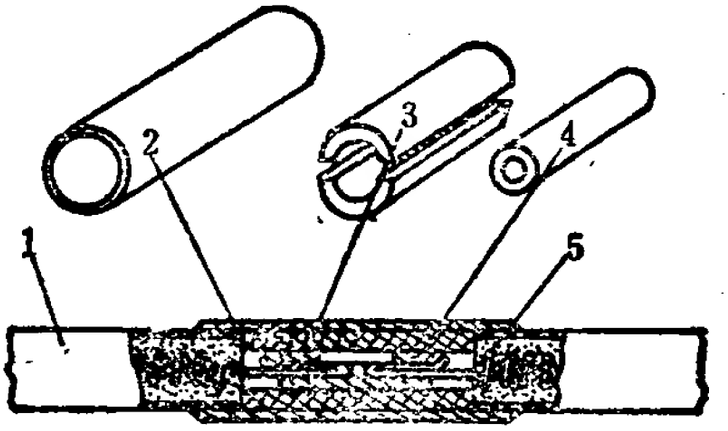
表33　电热管表面负荷选取参考表

加热介质	管子材料	管子表面负荷 W/cm²	工作温度 ℃	220V时单支功率 kW	用途举例
非流动空气	10#钢	1.2—1.8	300	0.5—1.5	电炉、电暖器
	1Cr18Ni9Ti	1.2—3.0	500		
流动空气 6—12m/s	10#钢	1.8—3.0	300	0.5—1.5	暖风器
	1Cr18Ni9Ti	2—4.0	300		
水	H62、T3	5—10	100—105	1—5	浴水加热器
金属	Al	5—10	230	0.5—1.5	电熨斗
静止油	10#钢 H62T3	2.5—2.8	300	0.5—1.5	油煎锅
流动油		2.5—3.5	300	1.5—2.5	油路加热器

（四）故障与维修 管状电热元件常见的故障有：

1。绝缘不好 电热管停用受潮引起绝缘不良。在200℃烘箱中干燥若干小时，待恢复绝缘后，在管端另行封口即可。

2。断丝 电热管内部断路使得电热管不热，断路位置一般在引出杆与螺旋电热丝交接处。维修方法是断路处，从填料中拉出20mm电阻丝对折，套上金属导电空心棒，并与丝焊接或冷压连接，然后装上一对半空心圆柱体作绝缘，并套上一段与原管子材料相同的金属护套管，二端封焊即可。如图71所示。



丝与丝连接

引出杆与丝连接

图71 电热管维修结构图

1.金属护套管 2.补接管（金属护套管）
3.半空心圆柱体 4.金属导电空心棒 5.电热丝

3．短路或击穿 短路或击穿位置一般在发热温度较高，或工作温度较高的位置，有时也发生在温差较悬殊的位置。击穿是电热丝与管子间短路。短路或击穿的电热管维修

方法：先将击穿的部分切除，剩下的部分如能承受原电气强度耐压试验标准，则按图71的方法补接修复。

断路或短路击穿的电热管，经补接修复后，管状电热元件的电阻值一般要比原来略有减少，故功率略有增加，但电阻值的减少一般不要超过原值的10％为宜，否则功率过大，虽经修复，寿命是很短的。

四、电热板

电热板又称为板状电热元件。它是通电发热表面不带电的外形为板状的电热元件。广泛应用于现代家庭中烹调和烘焙方面的日用电器里，也广泛应用现代化生产流水作业线的干燥工序中。如日用电灶烹调板、电烤炉、电煎锅、电熨斗、干燥烘道中。

电热板按其结构分有罩壳式、铸板式、埋置薄壳式、碳化硅式和烹调电板5种。

（一）罩壳式电热板 罩壳式电热板由二块金属外壳组成板状盒式结构。在金属盒内，螺旋形电热丝被串在陶瓷板的孔中，如图72所示。这种电热板结构简单，维修更换电热丝方便，广泛用于大型电灶的电烤炉中及烘焙干燥隧道中。其缺点是螺旋电热丝与空气接触容易氧化。

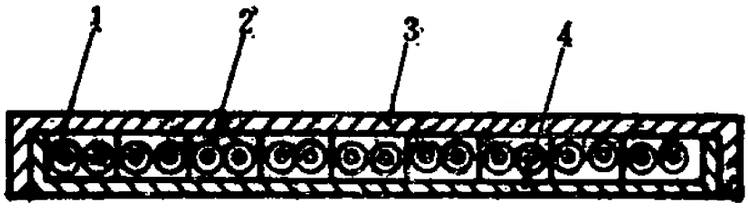


图72 罩壳式电热板剖面图

1.电热丝 2.陶瓷板 3.上罩盖板 4.下罩盖板

罩壳式电热板常见故障及维修方法与裸露形合金电热元件相似。

（二）铸板式电热板 铸板式电热板是用一根或几根管状电热元件铸造在金属铸体中，形成完整的一块电热板，如图73所示。铸造式电热板机械强度大，寿命长，具有较高的热容量和热惯性。其缺点是维修较困难，发生故障电热板坏了，一般要整块调换。

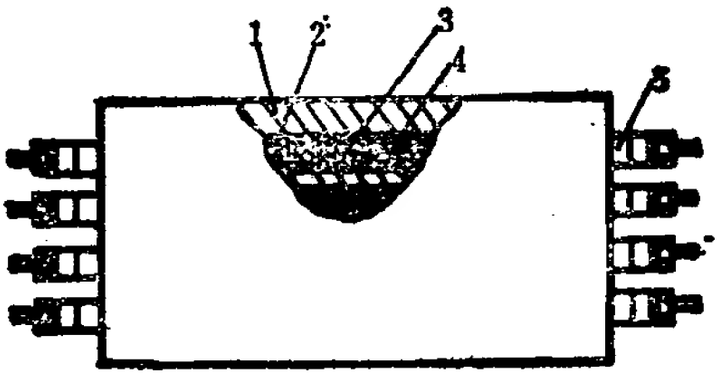


图73 铸板式电热板
1.金属铸体 2.金属护套管 3.绝缘填充料 4.电热丝
5.管状电热元件

（三）埋置薄壳式电热板 埋置薄壳式电热板是在金属薄板中埋置导热绝缘的填充料，螺旋形电热丝在填料中均匀盘旋，如图74所示。这种电热板其外形尺寸不宜过大，若过大则板的中央容易受热变形而凸起。

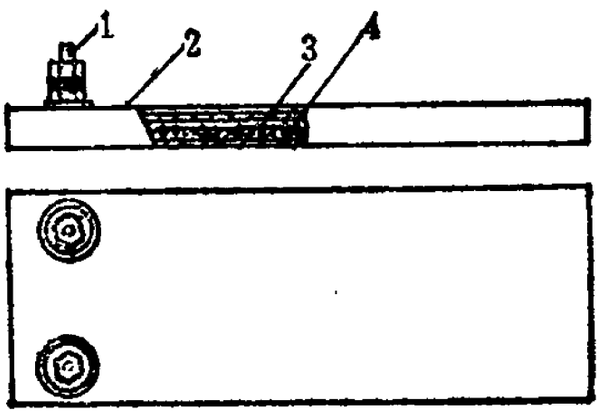
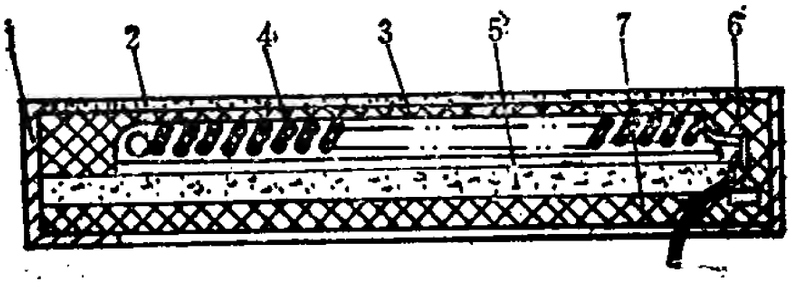


图74 埋置式电热板
1.接线端子 2.薄壳钢板
3.电热丝 4.绝缘体

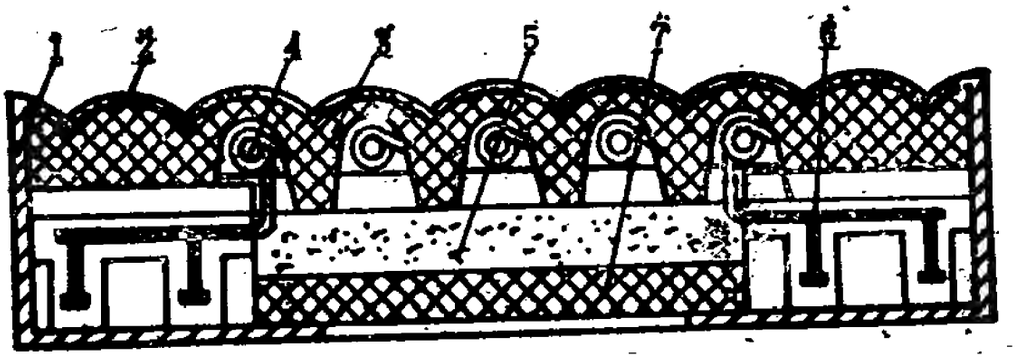
埋置薄壳式电热板常见的故障是绝缘降低。这是由于电热板保存不当，或使用环

境湿度太高，使产品受潮而绝缘降低。维修方法，可使电热板自行通电加热干燥，这样就可恢复绝缘。

（四）碳化硅电热板 碳化硅电热板按其表面形状可分为平面型和波面形两种。如图75所示。它们都是在带槽的碳化硅板体中直接串放电热丝而制成。由于碳化硅系非金属物质，表面色泽深沉而毛糙，所以热辐射效果显著。



(a)



(b)

图75 碳化硅电热板

(a) 平面形碳化硅电热板 (b) 波纹形碳化硅电热板
1.金属外壳 2.远红外辐射层 3.碳化硅板 4.电热丝
5.硅酸铝保温层 6.接线端子 7.石棉板

（五）烹调电板 烹调电板又被称为电灶板、密封电炉板。它是一个通电后，板面发热而不带电的、外形为圆形或方形的平板。其结构见图76所示。

烹调电板与罩壳式电热板相比，结构同样简单，但其板面为金属铸造件，强度大、板面不易变形。电热丝不与空气

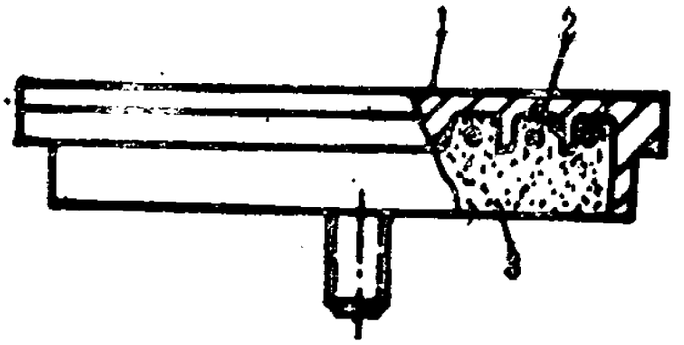


图76　烹调电板

1.电板体　2.电热丝　3.绝缘导热材料

接触，寿命长。与铸造式辐射电热板相比，结构简单，造价便宜。烹调电板的尺寸和功率参见表34。

表34　烹调电板规格及功率容量

板面直径(mm)	普通电板功率范围(W)	高容量快速电板功率范围(W)
145	700—1200	1200—1500
180	1000—1500	1500—2500
220	1500—2000	2000—3200

烹调电板使用中常见的故障有断丝、击穿和绝缘导热材料脱落等。维修时需要重新埋置电热丝，可按表35中所提供的技术参数更换电热丝，埋置时或修补绝缘导热材料所用填料可按表36选用配方。另外，有时也会产生漏电故障，一般是由于绝缘导热材料受潮而引起，进行干燥后就能恢复其绝缘。

五、电热片

电热片是通电发热、表面不带电，外形为片状的电热元件。俗称为电热圈。一般先做成薄片状，然后再按需要弯成

表35 烹调电板热元件技术参数

电板直径(mm)	电压(V)	总功率(W)	元件支数	功率分档(W)	元件单支功率(W)	冷态电阻值(Ω)	电热丝直径(mm)	电热丝长度(m)	丝表面负荷(W/cm²)	螺旋直径(mm)	螺旋密绕长度(m)
145	220	1000	2	1000	700	66	0.45	7.80	6.4	3	0.44
				700							
				210	300	153	0.3	8.02	4.0	3	0.28
		1200	2	1200	930	49.5	0.53	8.10	6.9	4	0.39
				930							
				270	270	170	0.28	7.75	4.0	2.8	0.27
180	220	1500	2	1500	1200	38.4	0.63	8.88	6.8	3.5	0.62
				1200							
				300	300	153	0.3	8.02	4.0	3	0.28
				210							
		2500	3	2500	1100	42	0.6	8.80	6.6	3.5	0.58
				1650							
				1400							
				850	850	54	0.5	7.85	6.9	3	0.50
				550							
				480							
				330	550	84	0.375	6.88	6.8	3	0.31
				250							
220	220	1800	2	1800	1400	32.8	0.7	9.35	6.8	4	0.63
				1400							
				400	400	115	0.35	8.20	4.5	3	0.34
				310							
	380	3200	1	3200	3200	42.9	0.9	20.2	5.6	5	1.41

表36　烹调电板用绝缘导热材料配方

配方名称	用　　料	含量%
氧化铝粘土	高度烧过的氧化铝 纯净球状粘土或良好的高岭土（$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$） 蒸馏水	90 10 4—5
耐火耐土	粒度为10—20μ的耐火粘土粉（矾土≈60%，硅酸≈35%） 淘净的优质高岭土或球粘土 蒸馏水	95 5 4—5
氧化镁粘土	烧透的重质氧化镁 淘净的优质高岭土或球粘土 粉状硼酸酐 蒸馏水	96 4 0.3—0.5 4—5

各种圆筒形、半圆形等形状，如图77所示。

图77　电热片外形形状图

电热片一般用来作为从外部进行加热的电热元件，是金属圆筒面、塑料成形机的料筒、咖啡壶底等加热的最合适的电热元件。

电热片的结构如图78所示。在一层厚为0.3—0.5mm作为骨架的云母片上缠绕扁形电阻带，然后在它的两面再分别垫放一层云母绝缘片，外面以金属薄板压紧，使其外形尽量压薄，使内部空隙尽可能排除。在压紧情况下，用金属薄板包

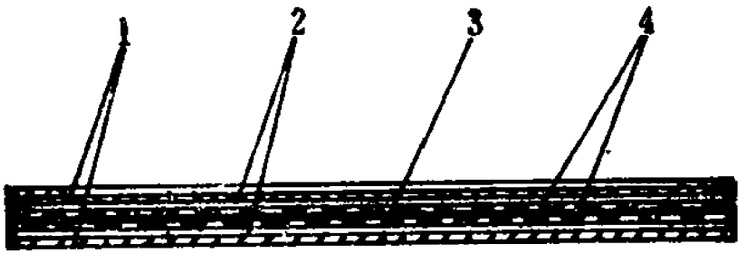


图78　电热片结构

1.金属护板　2.绝缘云母片　3.骨架　4.电阻带

封成形。因而具有较长的使用寿命，压紧后厚度较薄，一般为3 mm左右，由于它带点柔软性，能与被加热体有良好的接触，因此热效率较高。

电热片在使用中常发生的故障是烧毁。造成故障的原因大多数属于安装不善。烧毁的电热片一般不能修复，需重新绕制更换，更换后的电热片必须注意安装质量。如图79所示。

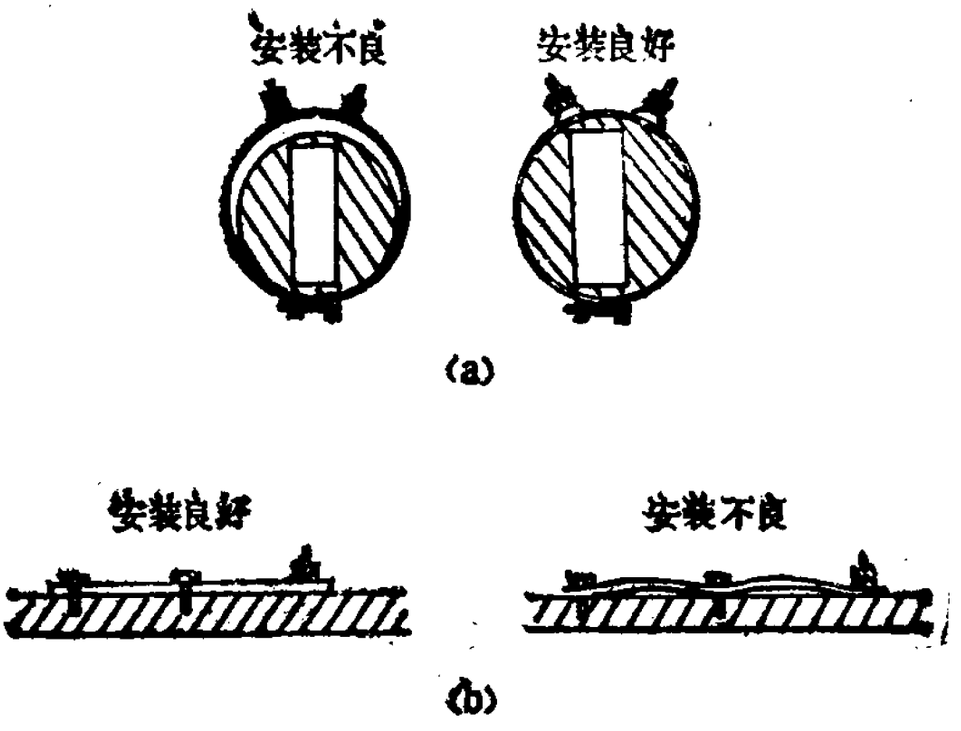


图79　电热片安装示意图

(a) 圆形　(b) 平面型

第二节　控制元件

电热控制元件是日用电热器具中又一个重要关键零部件，它仅次于电热元件。使用控制元件的电热电器，不但使用效果好、节约能源、防止故障、增加安全，而且有利于电热元件的使用寿命，提高整个电热器具的技术指标和产品功能。

电热控制元件按其控制不同的参数分为功率控制、温度控制和时间控制三种型式。每种参数的控制又按其结构、功能的不同进行分类，电热控制元件的型式与分类见表37所示。

一、功率控制元件

采用功率调节的目的是使电热器具达到一定温度后减少加热功率，而在温度降低时又增大加热功率，借此以取得最佳的加热效果，同时使加热温度波动较小。

常用的功率调节控制方法，有开关调位和电子电路调功两种。

（一）开关调位　利用组合转换开关或凸轮开关来对几支电热元件进行通接、开断、并联及串联等不同的组合，从而得到不同大小的功率。这种方法按开关调节位置可分为二位、三位、四位和多位等形式。

1.二位式　即为通断开关。在一个系统中将电热元件的一部分或全部，利用开关与电源接通或断开。这种方法结构简单、价格低，但温度波动较大、精度低，适合于1kW

表37 电热控制元件的分类

控制型式	分类		精度	主要特点
功率控制	开关调位	二位 三位 四位 多位	约 ±10℃	控制系统简单，价格低，故障少，可靠性强。但控制精度低，温度波动较大
	可控硅调压	移相触发	±3℃	温度控制精度比开关高，无噪声、无触点，但对电网波形有干扰
		零位触发		与移向触发比，对电网干扰小，但控制系统较复杂
温度控制	热双金属片控温元件		±10℃	本身结构和应用系统均较简单，价格便宜，控温点调节方便，但精度较差
	热敏电阻温控元件		±1℃	温度控制精度高，控温点调节方便，本身结构不复杂；但系统复杂，价格较高
	热电偶温控元件		±5℃	
	磁性温控元件		±1℃	结构简单，温度控制精度高，但控温点不好调节
时间控制	机械式定时器	定时通 定时断	±10%	动作可靠性较高，维修方便，价格便宜，但定时精度不高
	电子定时器		±5%	定时精度较高；但系统较复杂，价格较贵

以下小功率电热器具中使用。

2.三位式　三位式一般用在交流三相电路中，是利用星形和三角形接线的变换而改变功率，如图80。与二位式比较，有控制精度稍高、温度波动较小、温度分布较均匀等优

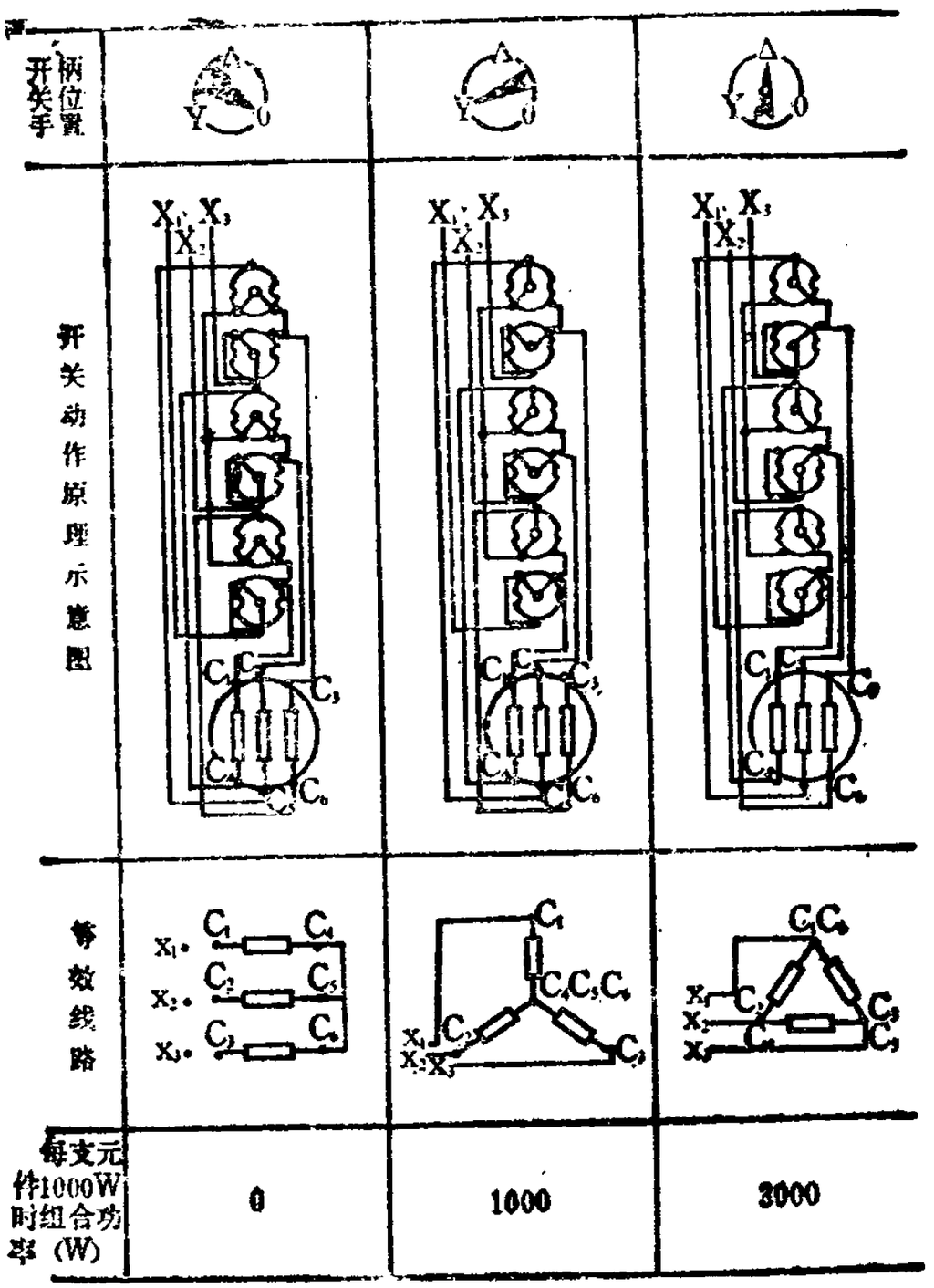


图80　三位式功率变换图

点。

3.四位式　四位式是利用开关将二支电热元件换接成串联、单接、并联等线路，如图81。它比三位式控制精度又高一点，一般用在单相线路中。

4.多位式　多位式是指四位以上的开关，位数越多意

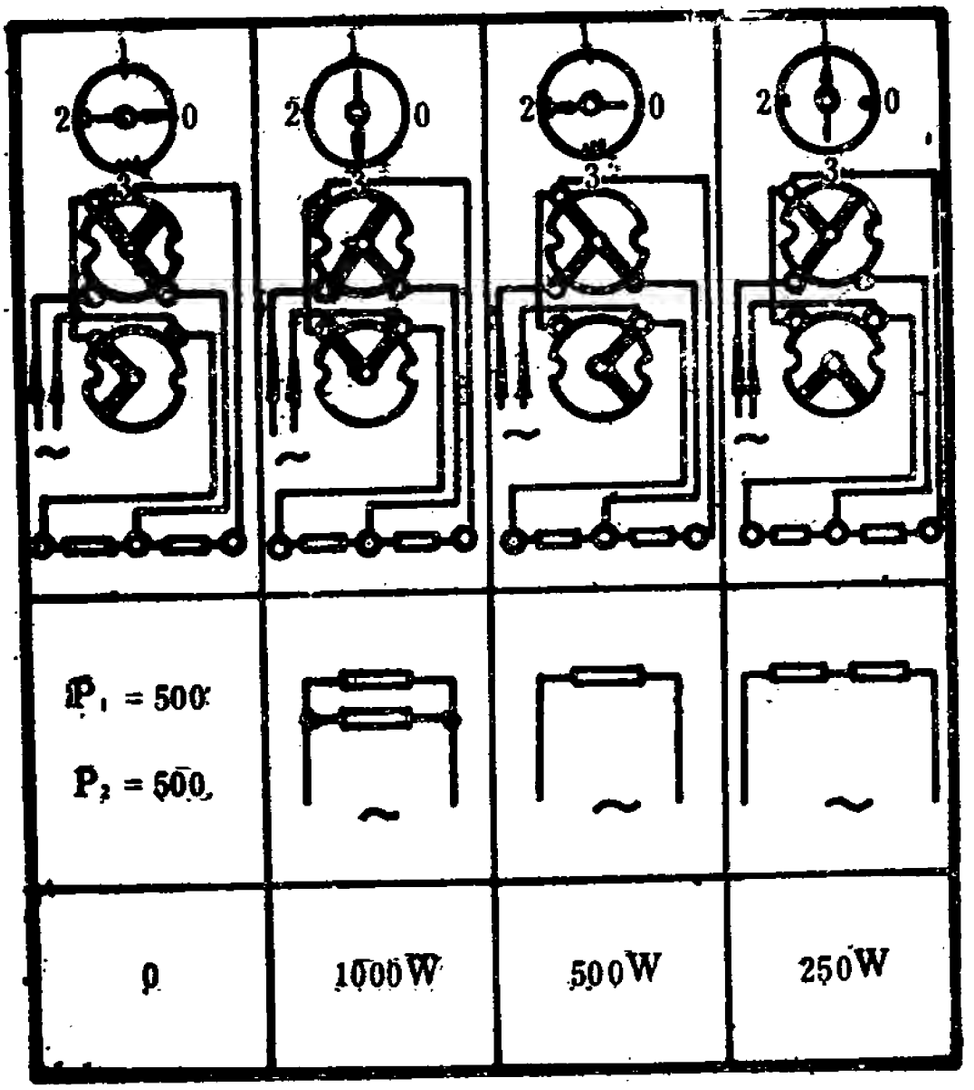


图81　四位式功率变换图

味着功率调节分档越细，控制温度精度越高，温度波动范围越小。图82是七位式功率变换原理图

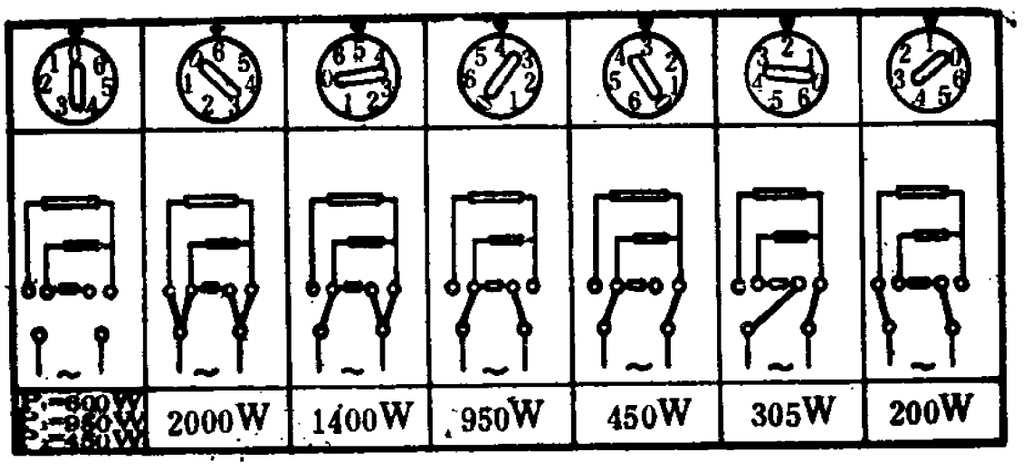


图82　七位式功率变换原理图

所有调位式开关一般均由耐高温塑料压制件或瓷件和银基触头组合而成。

（二）电子电路调功 电热元件的发热功率是与电压的平方成正比，因此调节它的工作电压就可直接调节元件的发热功率。电子电路是利用可控硅导通角相位的改变使电热元件得到不同的工作电压及不同的发热功率，如图83所示。

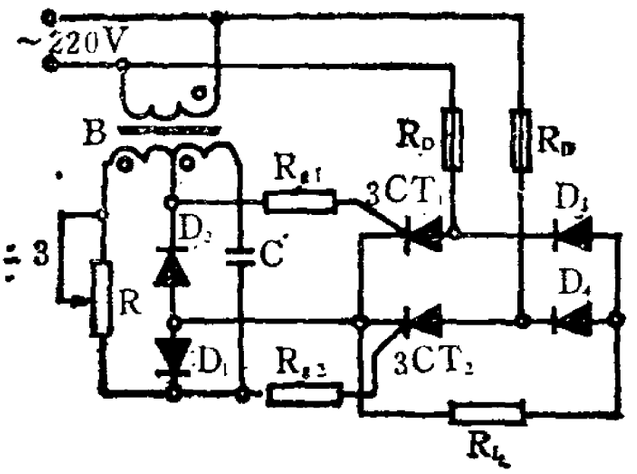


图83 电子调功线路原理图
1.主回路 2.电热元件 3.触发回路

主回路是单相桥式半控线路，电源为220V，经可控硅整流后加于电热元件R_L上，在主回路交流侧上有快速熔断器作短路保护。触发电路是一个阻容移相桥，通过二极管D_1、D_2分别在正负半周时对$3CT_1$、$3CT_2$输入控制信号，R_{g1}、R_{g2}为控制极的限流电阻。当电热元件功率太高或太低时，可调节电位器R使触发正弦波移相，从而改变可控硅的导通角，达到功率控制和调节的目的。

这种线路简单、经济、操作方便，对功率可进行无级调节；其缺点是对电网波形有干扰，稳定性较差。

二、温度控制元件

在电热电器中最常用的温度控制元件是以热双金属片为感温元件的温度控制器，其次是以磁钢、热敏电阻、热电偶等为感温元件的温度控制器。

（一）热双金属温度控制元件 热双金属温度控制元件

是利用两种温度膨胀系数相差悬殊的金属或合金的组合成复合材料制成，当它受热时，具有高的热膨胀系数金属层（又称主动层）即向低膨胀系数的金属层（又称被动层）一面弯曲，于是将温度变化量转变为机械位移量，从而带动电触点实现接通或断开的任务。

热双金属材料以片状为多，因此一般称为双金属片，也有条、棒和丝等形状。热双金属片将温度变化量转变为机械位移量的变化是通过下列方式来实现的：①通过接触热源，或受热辐射获得热量而升温引起弯曲。②通过一个电热元件设置在热双金属片周围所产生的热量使其升温弯曲。③让工作电流直接地或分流通过热双金属片，利用热双金属体本身的电阻发热而升温弯曲。

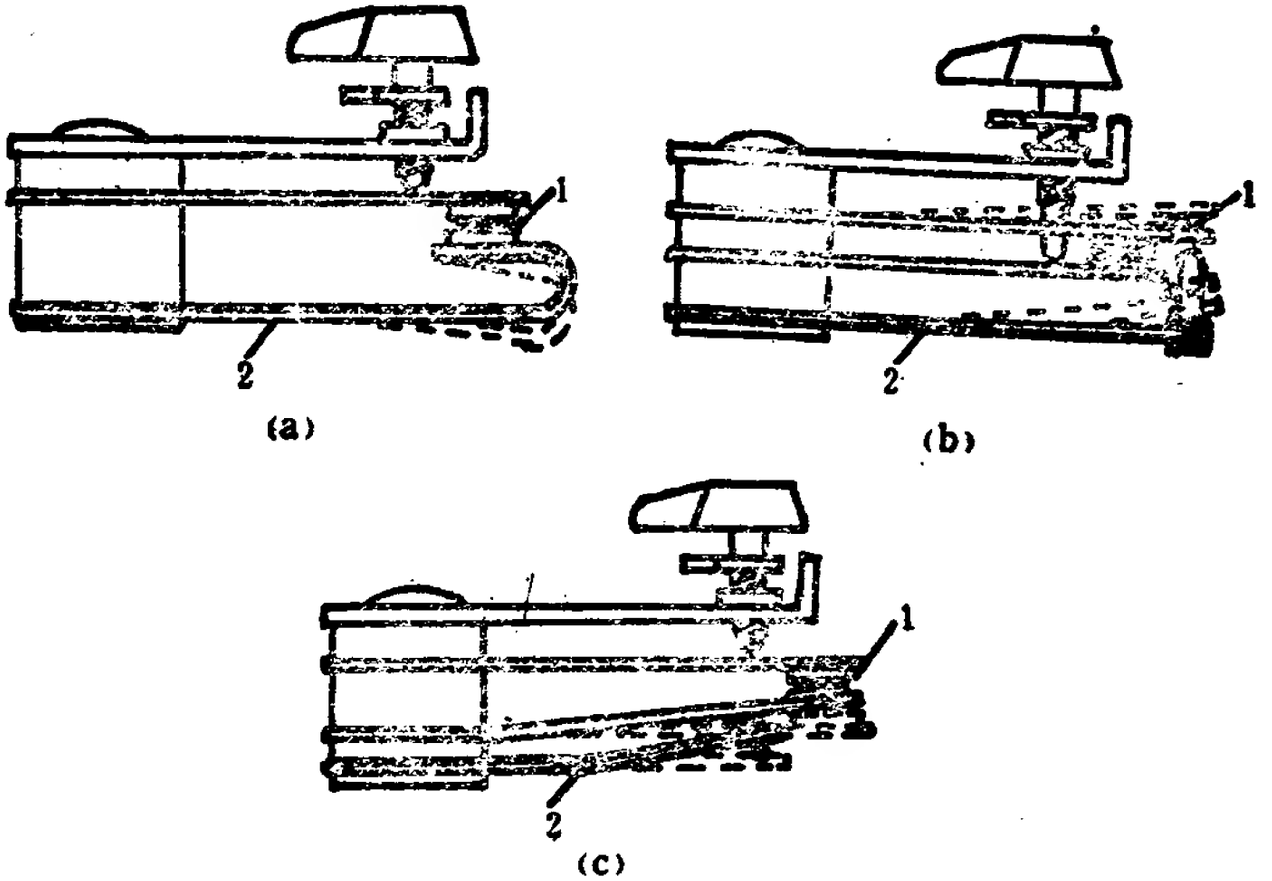


图84　慢切断型双金属控温器结构
1.触头　2.热双金属片

热双金属控温器的结构较多。一般按其使用功能来决定其结构。常用的结构分为慢切断或慢闭合、跳跃式动作和具有温度补偿三种类型结构，如图84、图85和图86所示。

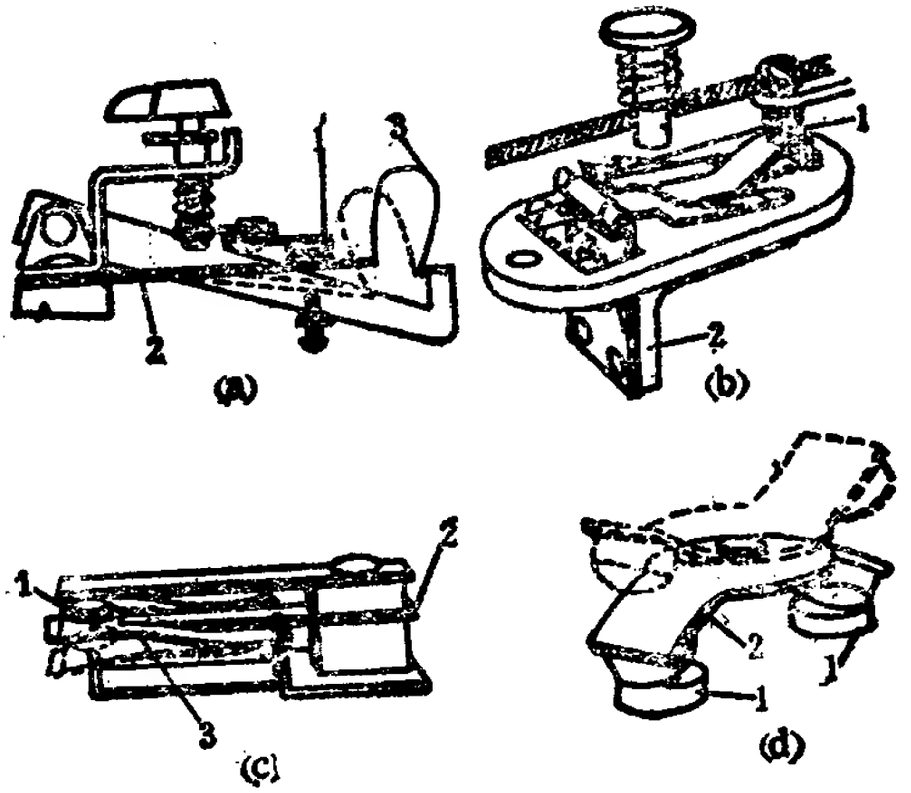


图85　跳跃式双金属控温器结构
1.触头　2.热双金属片　3.弹簧

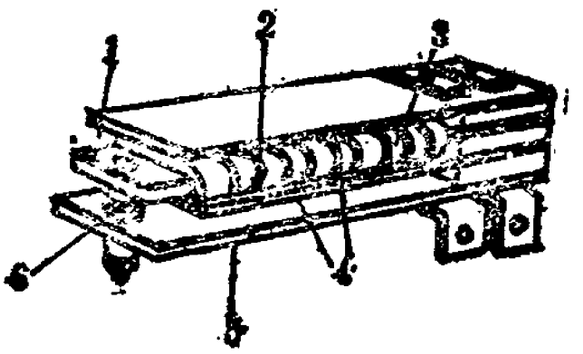


图86　具有温度补偿的控温器结构
1.热双金属　2.加热丝　3.绝缘　4.加热屏　5.补偿用热双金属　6.触头

在热双金属控温器中通常都带有触点动作温度的调温结构，以便于调试或使用中的温度调节。

（二）热敏电阻温度控制元件 热敏电阻是一种对温度极其敏感的电阻，具有大的负电阻温度系数。利用这种材料的电阻率随温度有很大变化的特性，将温度变化量转换为电阻值的变化量，然后通过线路放大，控制执行机构，从而达到控制和调节温度的作用。用热敏电阻温控元件来作为控制元件，具有结构简单、体积小、结实、寿命长和温度控制精度高等优点。

（三）热电偶温度控制元件 热电偶是将温度变化量转变为微小的电势变化量，此电势经放大后去控制执行机构，从而达到控制温度的目的。这种方法精确可靠、温度控制调节范围宽，但应用系统较复杂、价格较高。在日用电热电器中一般只使用在较大型的电热器具中，如100升以上的热水器、大型电烤箱等产品。

（四）磁性温控元件 主要由永久磁钢和感温软磁组合而成。常温时永久磁钢和感温软磁之间的吸力大过于弹簧拉力，使两触点闭合；当电热元件加热使感温软磁温度上升到居里点温度时，磁力急剧减弱，此时弹簧拉力大于磁性吸力，于是开关触头便迅速断开。这种控温特点是温度动作准确、可靠、误差较小，能快速断开电接点，但不能自动复位，须用别的装置使它再接通电路。一般用来作为限温器或温度保护装置。

三、时间控制元件

时间控制元件又称为定时器，在日用电热器具中定时器按用途可分为常闭型和常开型两种：常闭型定时器不工作时触点呈闭合状态，用来控制投入通电加热的时间；常开型定

时器不工作时触点呈开断状态，用来控制加热工作时间。定时器按结构不同又可分为机械发条式和电子式两种。

机械发条式是利用钟表机构原理，靠发条作动力，如图87所示为振子调速的机械式定时器结构示意图，开关凸轮与主轴铆接，当主轴反转时靠摩擦片和盖碗与头轮滑脱将发条松开而不影响齿轮系的转动。当主轴正转上条时，靠第二轮上的棘轮爪孔与棘爪滑脱，而与其后的齿轮系离开。当自然放条时，整个轮系转动，靠振子调速。这种结构的定时器特点是摩擦力矩较大，动作可靠。

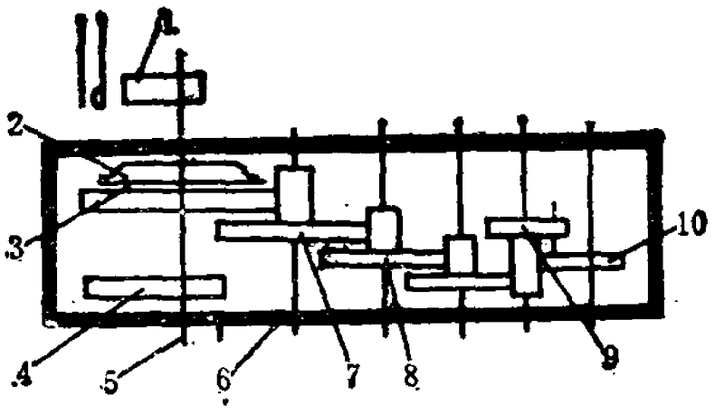


图87　机械式定时器结构示意图

1.开关凸轮　2.盖碗　3.磨擦片　4.发条　5.主轴　6.棘爪孔
7.棘爪　8.头轮　9.棘轮　10.振子

电子定时器是利用改变电阻电容充放电的时间常数来控制和调节动作时间。是一种简单易行的方法，电路结构简单，造价也不高，因此在电热器具中能被采用。

第八章　烧煮用电热炊具

烧煮用电热炊具主要用来烧、煮、蒸、燉食品。这类产品的特点是：对烧煮物品有一定的特殊程序要求，因此一般多带有温度控制、保温机构和时间控制等。如日用电炉、电饭锅、电灶等。

第一节　日用电炉

一、日用电炉的分类

日用电炉是家庭、医院、实验室等场所用来烹调、加热的小型日用电器，已形成系列产品。其分类型式见表38。其规格按功率分为300、600、800、1000、1200、1500、2000、3000W等。

二、电炉的结构

日用电炉由炉身、控制元件和炉盘三部分组成。目前炉身趋向采用薄钢板拉伸成型后，经过外表搪瓷。这样既能防止炉身被氧化锈蚀，又便于清洁。控制部分可详见第七章第二节。炉盘分有开启式、半封式和封闭式3种。

1.开启式电炉　开启式电炉，如图88所示。其炉盘结构见图89。裸露的螺旋电热丝嵌放在带有凹槽的耐火陶瓷盘

表38 日用电炉分类

分类方式	类型特点
按炉盘结构分类	开启式：电热丝暴露在空气中，工作时可见明火
	半封闭式：电热丝与空气有接触，但工作时见不到明火
	封闭式：电热丝与空气隔绝，工作时无明火
按控制型式分类	普通型：功率和温度都不可调节
	调功型：功率可调
	调温型：温度可调，能达到恒温目的
按壳体材料分类	陶瓷体
	金属铸件
	薄板拉伸型

内，电热丝两端穿过小孔在陶瓷盘下面引出接线，陶瓷盘中央有个安装孔。这种炉盘的优点是结构简单、价格便宜、维修方便；但工作时电热丝裸露呈樱红色，温度约为800—850℃，碰到不耐燃物体容易引起燃烧。同时，因电热丝表面带电，安全性也较差。这种电炉所用电热丝一般均为0Cr25Al5铁铬铝合金丝，也就是合金电热元件。目前标准规格开启式电炉的炉盘直径和电热丝的技术参数列于表39。

2.半封闭式电炉　半封闭式电炉如图90所示。其炉盘

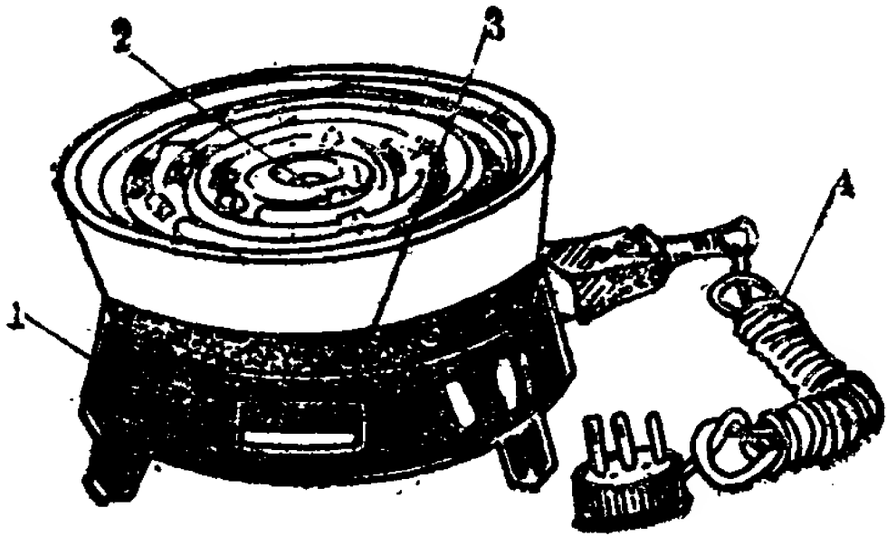


图88　开启式电炉

1.炉身　2.炉盘　3.调节开关　4.电源线

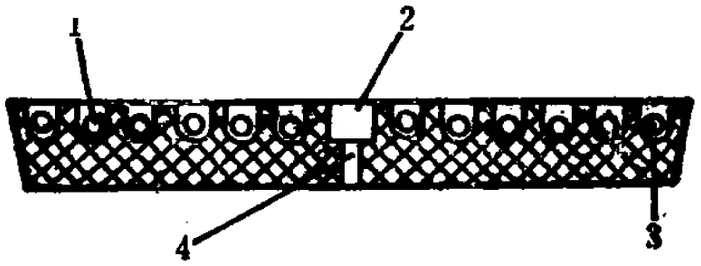


图89　开启式电炉炉盘

1.螺旋电热丝　2.耐火陶瓷盘　3.引出线　4.炉盘安装孔

表39　开启式电炉技术参数表

功　率 (W)	炉盘直径 (mm)	电热丝直径 (mm)	螺旋外径 (mm)	电 阻 值 (Ω)	炉盘负荷 (W/cm^2)
300	100	0.35	3.7	150.6	3.82
600	140	0.50	4.5	75.3	3.90
800	155	0.60	5.2	56.4	5.20
1000	170	0.65	5.3	45.2	4.41
1200	170	0.70	5.4	37.8	5.29
1500	190	0.80	5.6	30.0	5.29
2000	230	0.90	5.8	22.6	4.81
3000	280	1.20	6.9	15.1	4.87

是一块烹调电板，如图76所示。烹调电板又被称为电灶板、密封电炉板。它是一个通电后板面发热而不带电的、外形为圆形或方形的平板。这种炉盘结构简单，其板面为金属铸造体，强度大，板面不易变形。电热丝不与空气接触，寿命长。烹调电板的直径通常有14.5、18、22cm三种规格。每种规格中分为一般烹调电板和高容量快速烹调电板两种，它们的功率范围见表34。

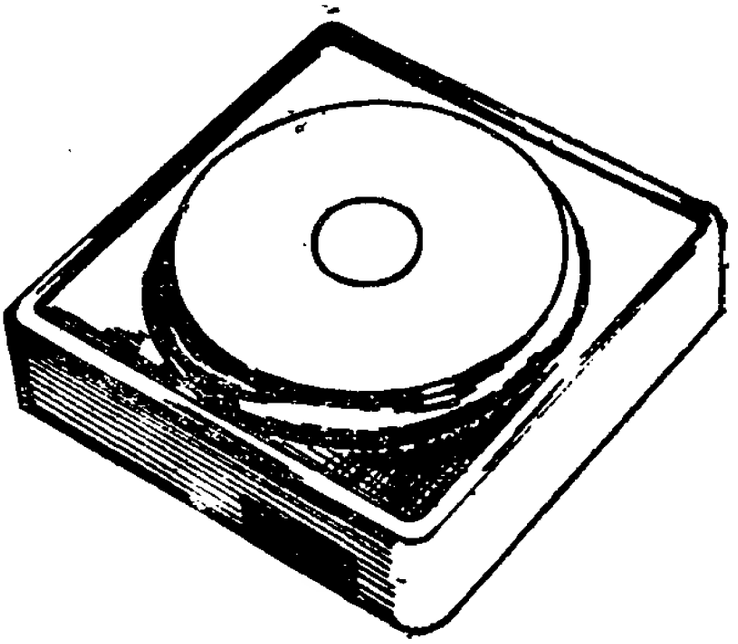


图90　半封闭式电炉

1.炉身　2.烹调电板　3.调温开关

烹调电板中螺旋形电热丝一般采用Cr20Ni80镍铬丝或0Cr25Al5铁铬铝合金丝，其主要技术参数见表35。

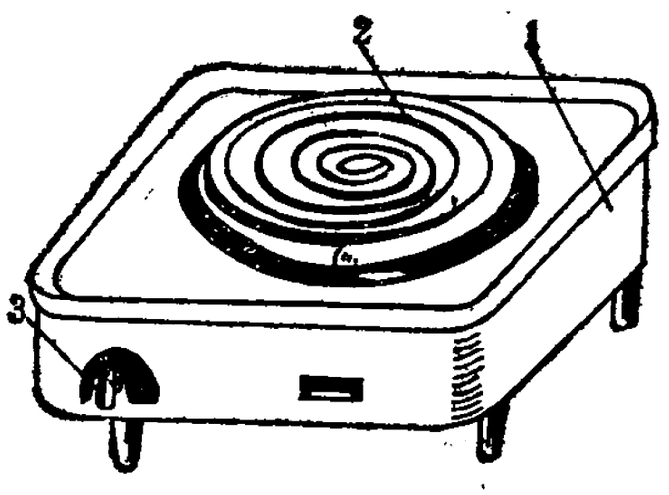


图91　封闭式电炉

1.炉身　2.管状电热元件　3.功率调节开关

3．封闭式电炉

封闭式电炉结构，如图91所示。其炉盘是一根截面为半圆形的管状电热元件，盘旋成渐展形平面。此种结构强度高，寿命长，表面不带电，使用安全。

三、主要技术要求

日用电炉的主要技术要求除符合通用技术条件外，尚需满足下列主要特殊要求。

1.煮沸　电炉达到煮沸温度的能量消耗不得大于表40规定值。

表40　煮沸温度的能量消耗

规格(W)	300	500	600	800	1000	1200	1500	2000
从冷态到煮沸温度能量消耗(Wh)	85	125	150	200	250	300	375	500
从热态到煮沸温度能量消耗(Wh)	70	100	120	160	200	240	300	400

2.效率　从冷态到煮沸时的效率不应低于45%，从热态到煮沸时的效率不应低于60%。

3.恒温　带有恒温器的日用电炉，其炉面温度要求在表41范围中。

表41　恒温要求

规格(W)	炉面最高温度(℃)	炉面最低温度(℃)	炉面控制温度范围(℃)
300	300	250	50
500	350	300	50
1000	400	330	70
1500	450	380	70

四、故障与维修

日用电炉常见的故障、产生原因及处理维修方法见表42。

表42　日用电炉常见的故障和处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
电炉不热	线路保险丝熔断	更换与电炉功率相配的保险丝，检查短路处
	电源引线断路	检查断头处进行维修
	电热丝烧断	维修见第二章
	电炉转换开关接触不良	检修开关的弹性触片或更换开关
漏电	炉盘受潮	干燥后使用
	电源引线绝缘层老化损坏	更换电源引线
	瓷珠破损，与壳体短路	检查和换用瓷珠
插头处过热	接插件接触不良	检查电炉上铜插柱，清除氧化层或更换插头
多档电炉换档不灵	部分电热丝烧断	检查并更换电热元件
	转换开关接触不良	清洁触头或更换开关

第二节　电饭锅

电饭锅是利用电能煮饭的锅子，它能自动的将米煮熟并保温，确保米饭的质量而不被烧糊。其结构紧凑、使用简便。电饭锅除了用来煮饭外，尚可对其它食品进行蒸、煮、

炖、煨等多种操作。

一、分类、结构和控制原理

（一）分类 电饭锅的分类见表43。

表43 电饭锅分类

分类方式	种类		特点
按结构型式分类	组合式		最早的型式，结构简单、价格便宜
	整体式	单层	近年来国际上流行的结构，较组合式先进。目前我国多采用双层整体式结构
		双层	
		三层	
按控制方式分类	保温式		饭熟后自动保温
	定时启动保温式		可在12小时内任选定时间开始投入工作，饭熟后自动保温
	电脑控制式		采用电脑程序控制

各类电饭锅均按功率大小和工作能力（煮米量）分为各种规格。常见规格见表44。

表44 电饭锅规格

额定功率 (W)	饭锅容量 (l)	内锅内径 (mm)	额定煮米量	
			(kg)	(l)
350	2.0	180	0.6	0.75
500	3.0	200	1.0	1.25
650	4.0	220	1.4	1.75
900	5.5	240	1.9	2.38
1250	7.0	260	2.5	3.13
1600	8.5	280	3.1	3.88
2000	10.5	300	3.8	4.75

（二）结构

1.组合式　组合式电饭锅的结构如图92所示。它是由锅体和电热座两部分组成。它们之间没有紧固连接，锅体放在电热座上，可方便地取下清洗或放到餐桌上、炉灶上。锅可以是陶瓷或搪瓷制品，也可以用不锈钢板、铝板拉伸成型。锅体内壁常喷涂一层聚四氟乙烯薄膜，以防食物糊底和腐蚀锅体。

2.单层整体式　单层整体式电饭锅其结构见图93。

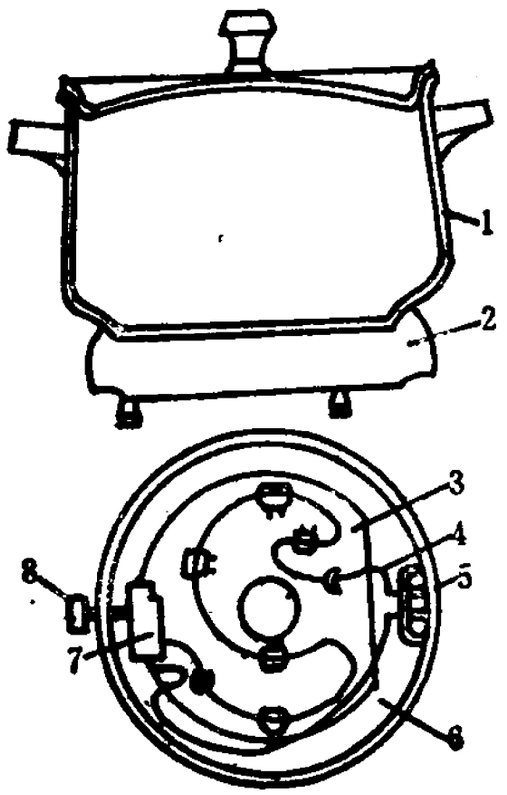


图92　组合式电饭锅

(a) 外形结构　(b) 电热座结构
1.锅体　2.电热座　3.固定座
4.电热元件　5.电源插头　6.底板　7.恒温调节器　8.开关捏手

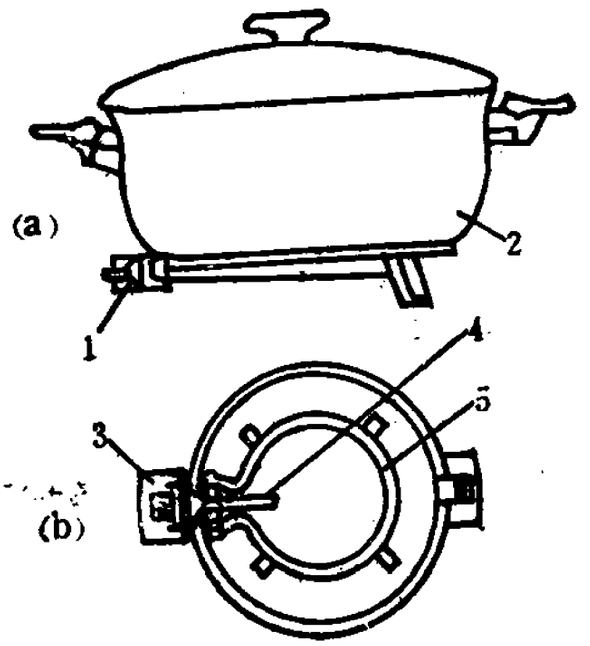


图93　单层整体式电饭锅

(a) 外型图　(b) 底部结构
1.电源插头　2.单层锅体
3.带控温插销配接处
4.感温探头　5.电热元件

主要由锅盖、外壳、内胆、开关、发热板和温度控制装置组成。

3. 双层整体式　双层整体式电饭锅其结构见图94。它

主要由锅盖、外壳、内胆、开关、发热板和温度控制装置组成。盖由金属铝板拉伸成型，有的盖上装有玻璃观察窗，以

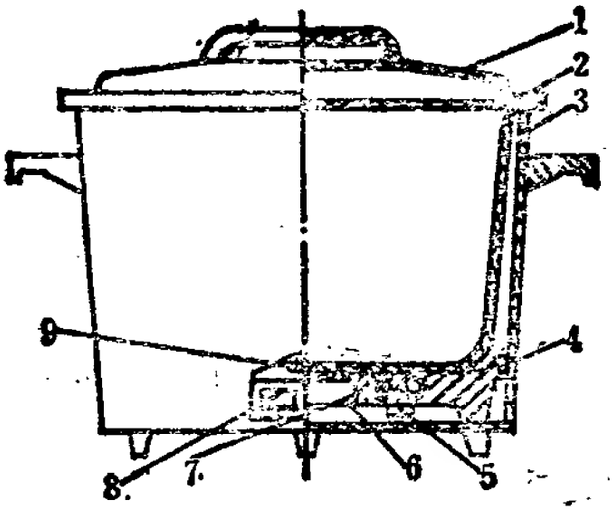


图94　双层整体式电饭锅

1.锅盖　2.内胆　3.外壳　4.发热板　5.双金属保温器
6.磁钢限温器　7.管状电热元件　8.指示灯　9.开关

便观察锅内烧煮情况；内胆底部呈球面状，使与发热板有很好吻合，以提高热效率；发热板是将球形金属管状电热元件铸造在铝合金体中，再经加工而成，板面形状要求与锅底相吻合，在其中心处装有磁性温度控制元件，发热板结构如图95所示。

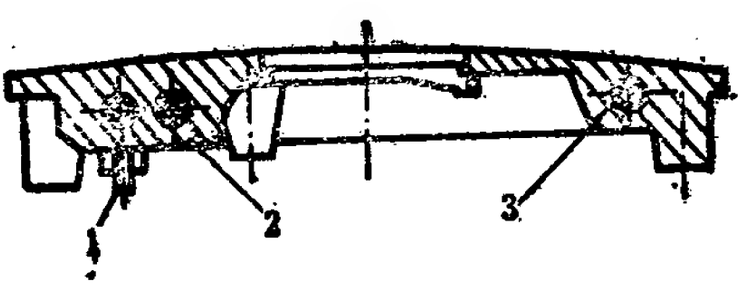


图95　发热板结构

1.引出杆接线　2.铸铝体　3.电热管

4.三层整体式电饭锅　三层整体式电饭锅结构见图96。在外壳内套装有两层锅体，内锅用来盛放食物，外层与中层锅体之间利用空气或其它绝缘材料相隔，使热量损耗小，中层与内锅之间在使用时放点水，当电热元件发热时这些水产生蒸汽，有助于加速烹饪，提高米饭质量。

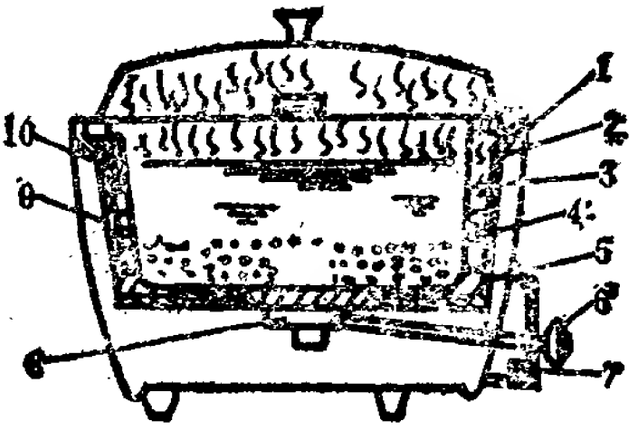


图96　三层整体式电饭锅结构图

1.锅体　2.锅衬　3.内锅　4.水　5.发热板　6.自动开关旋钮
7.指示灯　8.自动断路器　9.空气层　10.蒸汽层

（三）控制原理

1.保温式　图97为保温式电饭锅自动控制电路。图中K_1为操作开关，其实质是一磁性温度控制元件，动作温度一般设定为101—106℃，它不能自动复位。双金属控温调定温度为65±5℃，触点常闭。煮饭时，按下开关K_1，磁性温度控制元件吸合，当温度上升到65℃时，双金属恒温触点

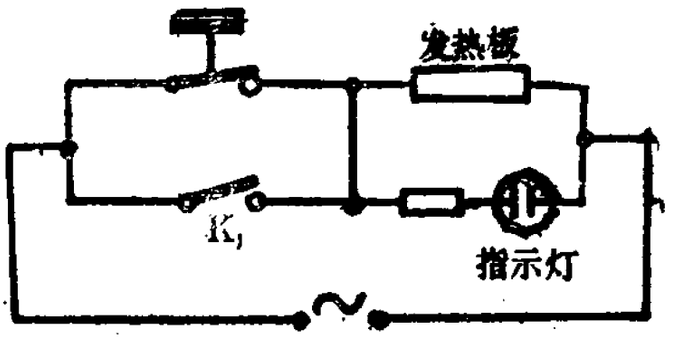


图97　保温式电饭锅自动控制电路

断路，但由于磁性温度控制元件尚未达到动作温度，发热板电路仍接通，继续升温直到锅内水被米吸干，温度上升到101—106℃时，磁性温度控制元件失去磁性，依靠弹簧力打开触点K_1，发热板停止加热；温度下降后，由于K_1不能自动回复，故温度将继续下降，直到下降至65℃以下时，双金属恒温器触点闭合，继续加热，当温度超过65℃时，它又断开，如此交替通断，以达到焖饭和保持米饭温度双重作用。指示灯可显示发热板的工作状况。

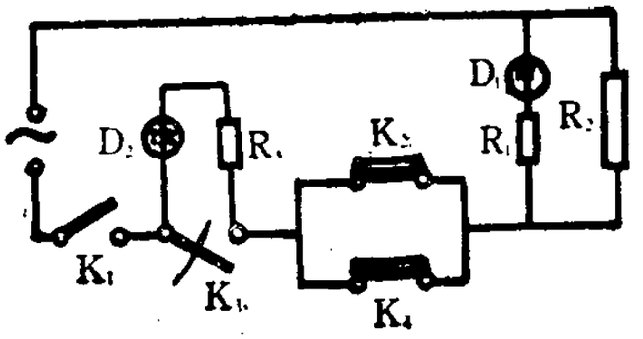


图98　定时启动保温式电饭锅自动控制电路

2.定时启动保温式　定时启动保温式是在保温式基础上加了定时器，使能经若干小时后自动启动电路，其电气线路原理见图98。

3.微型计算机电脑程序控制　它能控制煮饭过程中的吸水、烧煮、维持沸腾、补炊、焖饭、保温等各过程的时间和加热温度，以便能得到高质量的米饭。

二、使用方法及注意事项

在应用电饭锅中需注意保持锅底原来的形状，始终使锅底与发热板之间有良好的吻合，并经常保持这些部位清洁。但在清洗过程中，要注意避免电气部分与水接触。

在使用电饭锅烧煮其它水多的食品时（如粥、汤菜），要待食物煮到合适时，将电源切断，因为此时限温器不能动作。否则要煮到水干时才能自动切断电路。

三、常见故障及维修方法

电饭锅常见的故障及其产生原因和排除方法如下。

(一) 不能煮饭 当将电饭锅接通电源、按下开关(K_1)，指示灯亮了，但水不能烧开，煮不熟一锅饭。这是由于电饭锅的限温器触头不能闭合引起的，只能维持锅内温度为60—70℃。限温器触点接触不良或根本不能接触，往往是由于电饭锅放置不用时间过长，或放置地方不合适，使触点表面生成一层氧化层，加上落入的灰尘和脏物造成的。限温器的弹性磁钢片变形或弹性、磁性减弱也会产生这一故障现象。

排除方法：若是接触不良，可用0号砂纸轻轻清除触头表面氧化层，如果两触头根本接触不到，可用手或工具将触点的动片和静片互相压一下，排除异物，使它们能接触到，并应具有一定的触点压力。

(二) 不热 接通电源，按下开关，指示灯不亮、锅内根本不热。这一故障现象多出现在：电源引线断路、插头松脱、电路不能形成回路。此时需打开底部，逐段检查断路点，然后排除。

(三) 煮饭生熟不均匀 这主要是由于电热元件发热严重不均匀或锅底粘有杂物使锅底与发热板接触不好所引起。

排除方法：如果是电热元件发热严重不均匀引起，则需更换电热元件；如果是杂物影响，则应排除杂物。

(四) 煮饭时间长，热效率低 通常是由于使用日久锅底变形，或发热板表面积有油污引起的焦膜层，使发热板与锅底的传热效率降低所引起。

排除方法：用细砂纸或竹木片轻轻清除焦膜，整形锅

底，使锅底与发热板有良好的接触。

（五）饭煮焦 磁钢限温器中压紧弹簧经长期使用后失去弹性，或异物卡死弹簧，工作时感温磁钢不能紧贴锅底准确地探测锅内温度，以致水干后限温器也不动作，使饭煮焦。

排除方法：可更换压紧弹簧。如果是因为弹簧收缩变形而卡住限温器结构件时，可将弹簧拆下，逆绕行方向拧一下，使弹簧内径大一点，重新装配，使弹簧内径卡不住结构件，能自由伸缩即可。

（六）不能自动保温 不能自动保温或保温太高、或太低。

不能自动保温通常是由于双金属控温器触头弹簧片弹性减弱，使触点不能闭合引起。保温不准确，太高或太低是双金属控温器调节螺钉松动移位而引起。

排除方法：重新调整调节螺钉，调整触头间距离，使其能在60—70℃范围内动作。如不能调整到这一要求，则更换控温器。

四、维修后的测试及主要技术指标

电饭锅除了能满足一般安全和通用技术要求外，尚需满足如下特殊要求。

在额定功率下当周围空气温度在20±5℃；水温为23±2℃；电饭锅按规定的米量和水量，煮饭至限温器动作后保温60分钟时的耗电量，不应大于表45规定的值。

电饭锅在煮饭状态下，当锅中温度升到101—106℃时，限温器应可靠地动作切断电路。在额定功率下，限温器的寿命不低于6000次。

表45 电饭锅的耗电量

额定功率 (W)	米 量 (kg)	水 量 (l)	耗 电 量 (kWh)
350	0.25	0.38	≤0.15
500	0.35	0.53	≤0.19
650	0.45	0.68	≤0.23
900	0.60	0.90	≤0.30
1250	0.80	1.20	≤0.40
1600	1.00	1.50	≤0.45
2000	1.30	2.00	—

电饭锅在保温状态下，控温器应可靠地将锅内温度控制在60—70℃的范围内。在额定功率下，控温器触头电寿命为30000次。

在额定功率下，电饭锅的热效率不应小于70%，使用寿命，不应低于2000小时。

第三节 专用电锅

专用电锅按用途分类，电饭锅也是专用电锅之一，除电饭锅外烧煮用专用电锅还有电热锅、电砂锅、电子瓦撑、电粥锅等。

一、电热锅

电热锅也叫电暖锅、电火锅，是作为家庭或宴会餐桌上的电器火锅，用来一面烧一面吃，如涮羊肉、烹调开煲狗肉，制作菊花火锅、十生火锅等特色菜；也可用来烹饪一般烩菜、汤菜，制备热饮，煮沸开水、面条、稀饭等。

电热锅按其锅体造型和材质不同，可分为整体式电热锅、传统造型的组合式电热锅、调温电热锅等。按其容量大小可分为不同的规格。

（一）整体式电热锅 整体式电热锅结构如图99。锅体用0.5mm不锈钢板拉伸成型，其内表面打毛，外表面抛光。在锅底外面凹槽内嵌装有管状电热元件。锅体与底座之间固定连接，其间设置有耐热橡胶密封圈。底座一般用耐热塑料压制，上面有接纳电源插头的插座。底座内装有可调节热双金属恒温器和绝热材料，也可配用电热插头。这种产品的特点是：结构简单，热惯性小，使用方便。

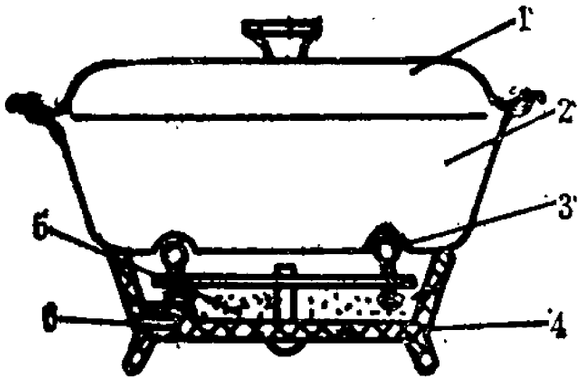


图99 整体式电热锅

1.锅盖 2.锅体 3.热元件 4.底座 5.隔热材料 6.电源插座

（二）传统造型的组合式电热锅 传统造型的组合式电热锅见图100，其外观造型具有传统烧木炭的大锅特色，锅体用紫铜板或铝板拉伸成型。锅体的中心部位有凸起的圆锥形假烟道，在烟道内和锅底的中央装有电热元件。

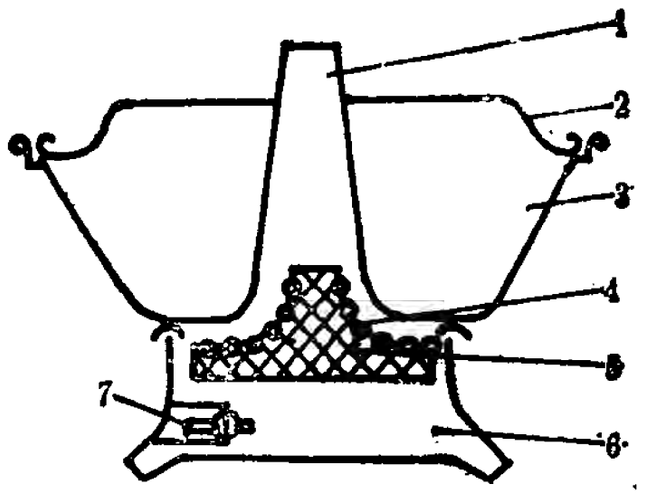


图100 传统造型的组合式电热锅

1.假烟道 2.锅盖 3.锅体 4.电热元件 5.塔形瓷件 6.底座 7.电源插头

它一般是用裸露的螺旋电热丝盘绕在塔形耐火瓷件上，瓷件的结构应保证电热丝与锅子不会接触。锅体与底座之间没有紧固连接，可自由分离，因此便于清洗，其缺点是安全性较差。这种电热锅的功率一般在1000—1500W之间。

（三）调温电热锅 调温电热锅结构如图101所示。锅盖用无毒透明耐高温的聚碳酸酯吹塑成型。锅体用食品铝压铸成型。管状电热元件用铆压结构嵌压在锅盖。调温器是双金属片速动结构，可在01—70℃范围内无级调节；锅内喷涂聚四氟乙烯涂料，不沾粘食品，因此调温电热锅比普通电热锅更受使用者欢迎。

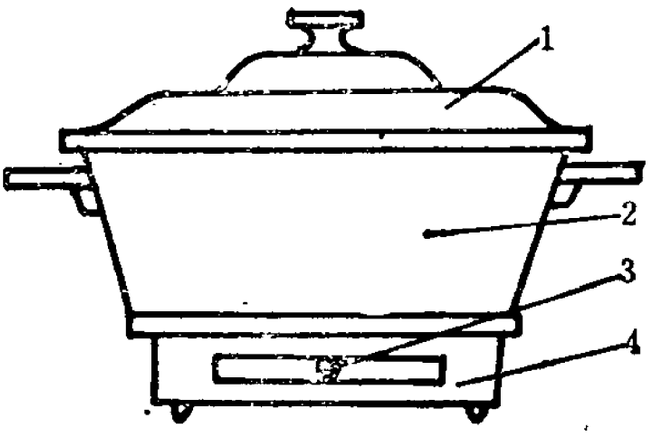


图101 调温电热锅结构

1.锅盖 2.锅体 3.调温器 4.底座

二、电砂锅

电砂锅是锅体用陶瓷做成的电热锅，其材质与外形与市场民用砂锅相似，锅底装有发热板，发热板结构是采用金属管状电热元件的铸铝板。发热板与底座之间装有可调的热双金属控温器。电砂锅的结构见图102。

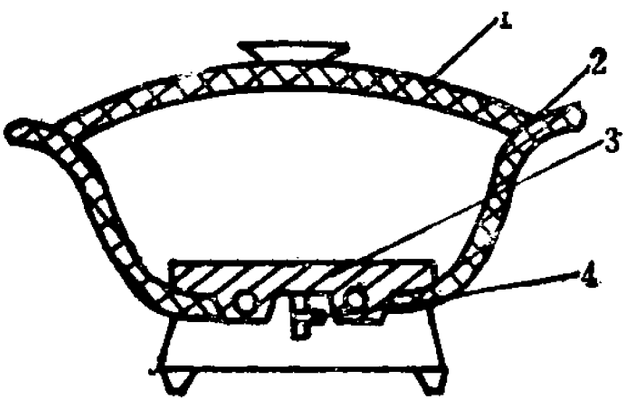


图102 电砂锅

1.砂锅盖 2.砂锅体 3.铝发热板 4.双金属调温器

三、电子瓦煲

电子瓦撑结构见图103所示。是一种圆柱形的电砂锅，锅底装有PTC电热元件，具有自动控温和调节功能的作用。电子瓦撑的功率一般不高，在500W以下，因此它仅仅能起煨焖食品、保温等作用。

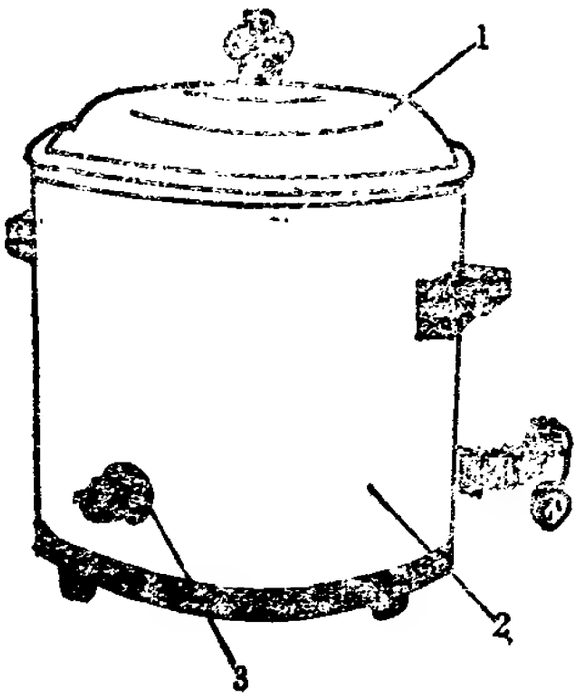


图103　电子瓦撑

1.透明玻璃盖　2.锅体　3.调温开关

四、电粥锅（自动粥煲）

电粥锅是专门用来煮粥的锅子。煮粥时热量要控制得当，太高容易外溢，太低不能使粥在锅内进行自然搅拌，淀粉的粘糊状就不易形成。因此电粥锅的设计或维修需解决外溢和粘稠两个问题。

电粥锅的底部结构见图104。发热板结构与电饭锅电热

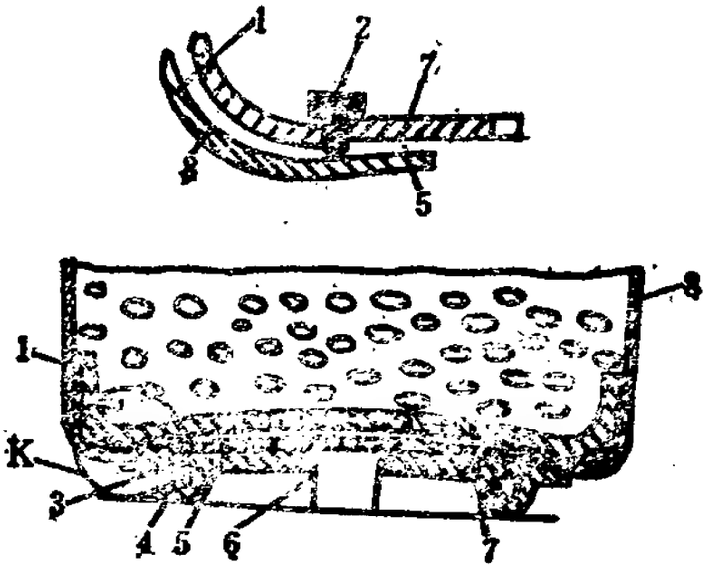


图104　电粥锅底部结构

1.侧面间隙　2.调节底部间隙螺钉　3.铝合金发热板　4.电热管
5.底部间隙　6.感温自动开关　7.粥盘　8.粥锅

板相似，当中有磁性感温自动开关进行温度控制。粥锅的内底部设有粥盘，粥盘上开有一个或多个小孔，它们处在自动感温开关偏上的位置，粥盘与粥锅之间具有微小空隙，其距离可以调节。煮粥时，首先把米与水从粥盘上面装入粥锅，米与水的比例约为 1 ： 7 。然后按下感温自动开关，使电热板发热，粥锅内的温度即逐步上升，直至煮沸。此时因沸腾而要溢出的水由粥盘吸收，使导热速度减慢，沸腾减弱，稀粥也就不会溢出，随之米就逐渐粘糊化。这样，在较敏感的感温自动开关切断电源之前的时间内，锅内米粥就不会有溢出现象。这是因为感温自动开关的设计温度比水的沸点大约高30—50℃，在米的淀粉还未粘性化时，水就通过粥盘小孔及容器与粥盘侧面的间隙进入到底部间隙中（因孔小，米不会进入间隙）。底部间隙中的水被加热沸腾，气泡通过小孔上逸，进入粥盘内，盘内温水经侧面间隙向底部间隙补充，这样使盘内水始终处于部分沸腾状态，米得以继续粘性化。随着粘稠度的增加，粘性淀粉仅从粥盘底部小孔和侧面间隙逐步进入底部间隙中累积起来。到了一定的数量，小孔与间隙便慢慢被封闭，而感温自动开关与粥锅之间的接触部位温度便开始上升，从而形成图105中a那样的曲线。当温度升到B点时，便由感温自动开关自动切断电源，温度便逐步下降。图中曲线b是未装入粥盘时的温度曲线。图中的A点表示粥锅内温度已达到沸腾，从A到B，是米的淀粉粘性化和米软化

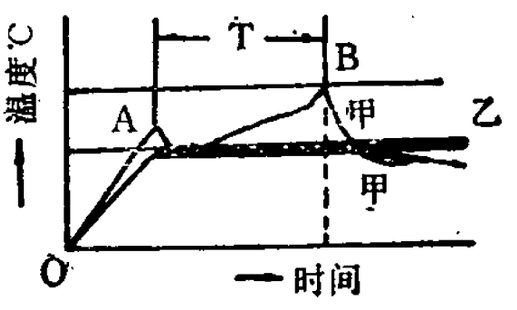


图105　电粥锅温度曲线

的最佳过程，也可以说从水开到成粥所需的时间T。由于底部间隙的大小可调，当粥锅内的水和米一定时，底部间隙越大，粘性淀粉通过小孔和侧面间隙充满底部间隙所需时间越长，即成粥所需时间（T）长。反之，底部间隙调得小，时间就短。时间的长短决定粥的稀稠程度。卸下粥盘，电粥锅可以用来当做一般电饭锅来使用。

五、使用

各种电锅在使用时，均需注意下列各点：①不要使锅体空烧。②清洗时不要使电器零部件接触到水，以防破坏绝缘。③可取出的锅（分体式）要注意保护锅底形状，防止变形，影响热效率和使用寿命。

六、常见故障与维修

各种电锅的常见故障和排除方法也大致相同，参见表46。

表46　各种电锅常见故障及排除方法

故障现象	可能的原因	排除方法
不热	电热元件无输入电压或引线、内部接线断路	接通开关，将温度调节器调到最大值，用万用表检查各处电压，找出断路部件进行排除，重新接通或更换
	电源开关失灵	更换
	恒温调节器触点不能闭合	调整调节螺钉和弹簧片初始距离，使冷态时触点闭合并有一定压力

（续）

故障现象	可能的原因	排除方法
不热	保险丝熔断	查出熔断原因，排除故障后更换
	电热元件断路	找出断路处，将电热元件断路处短接，不能短接的元件则更换
过热	恒温器失控	调整恒温器调节螺钉
	触点熔结，不能分离	分开触点，在触点表面研磨，或更换触点
温度控制不佳	恒温器失调	调整恒温器调节螺钉
	旋钮错位	对旋钮刻度重新分度
旋钮旋不动	卡死	拆开检查，用二硫化钼油膏润滑转动部位
指示灯不亮，但通电后有热量	灯泡烧坏、降压电阻断路或接线脱落	更换已损坏的零部件，接好脱线处
保险丝熔断或一用就跳闸	电器短路	用万用表逐段检查，找出短路处进行排除
使用者感到麻电或触电	电器失潮，绝缘下降，泄漏电流增加	在50—80℃下干燥若干小时，更换绝缘件和被破坏或老化的绝缘体
	接地线失效	除锈、拧紧，使接地电阻小于0.2MΩ

第四节　家用电灶

家用电灶从结构和工作原理的不同分有普通家用电灶、电磁灶和微波灶三大类型。

一、普通家用电灶

普通家用电灶是几个日用电炉、电炒锅和电烤箱的组合。按组合造型结构分有台式、落地式、墙壁嵌入式3种。

台式普通家用电灶一般只有几个半封闭式电炉盘，不带电烤箱，如图106所示。按炉盘数量多少称为几眼电灶，如图106中由二只炉盘组成则称为二眼电灶。

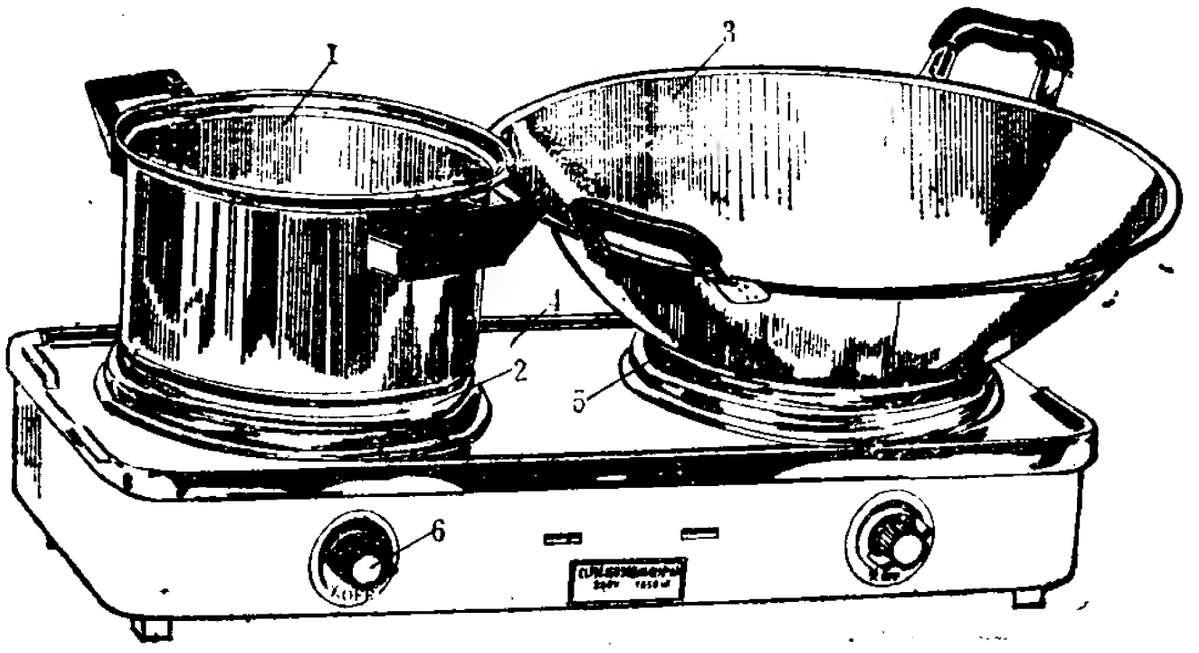


图106　台式家用电灶

1.煮锅　2.煮锅用平面炉盘　3.炒锅　4.灶面
5.炒锅用球面炉盘　6.炉盘控制旋钮

落地电灶常带有一只电烤箱。如图107所示。灶面上带有防护盖。控制面板装在灶体前面。一般设置功率调节开关

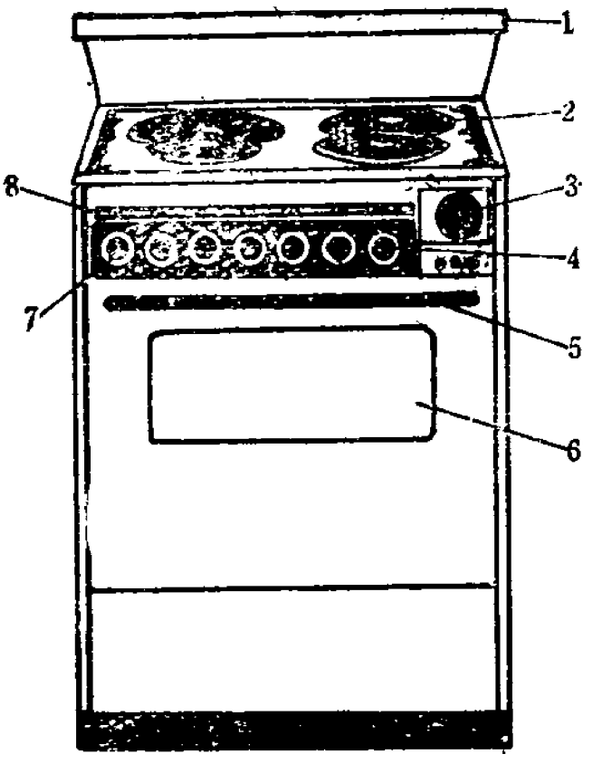


图107　家用落地电灶

1.防护盖　2.电炉灶板　3.定时器　4.烤炉控制旋钮　5.烤炉门手柄
6.烤炉　7.炉盘控制旋钮　8.指示标牌

和定时器。一般灶面离地高度为850mm。常用家用落地电灶的外形见图108。它们的规格和技术参数见表47。

嵌入式电灶能在不使用时嵌入墙壁中，使用时翻下来，

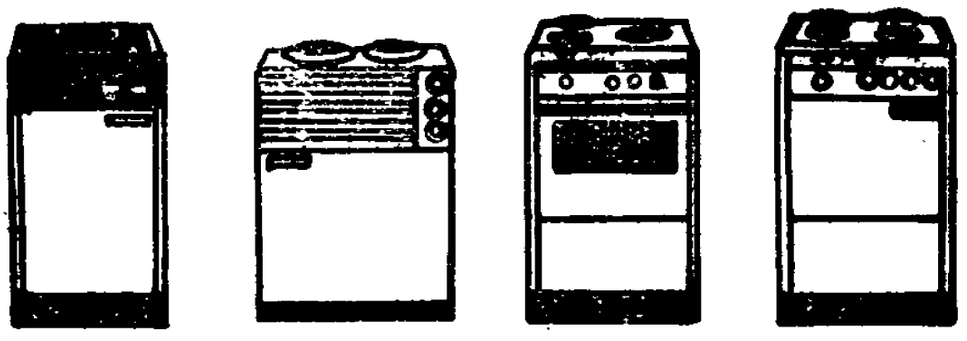


图103　家用落地灶规格

(a) 一眼电灶　(b) 二眼电灶　(c) 三眼电灶　(d) 四眼电灶

表47 家用落地电灶常用规格

品种规格	一眼电灶	二眼电灶	三眼电灶	四眼电灶
电源电压(V)	220	220	220	220
炉灶板直径(cm)×个数	φ12×1	φ14.5×1 φ18×1	φ14.5×1 φ18×2	φ14.5×2 φ18×2
总功率(W)	2000	3400	6900	7900
炉灶板功率及其分布(W)	1000	1000×1 1200×1	1000×1 1500×1 2000×1	1000×2 1500×1 2000×1
烤箱功率(W)	1000	1200	2400	2400
烤箱尺寸(cm)	30×40×20	43.5×31×18.5	40×47×30	40×47×30
电灶外形尺寸(cm)	45×60×85	58.6×40×80	50×60×85	50×60×85

它的优点是不占据厨房空间，可以节约占地面积。

由于普通家用电灶是由几个日用电炉、电炒锅、电烤箱的不同组合，因此，有关普通家用电灶的具体结构、性能和常见故障与维修方法可分别参阅第八章第一节、第九章第一节和第二节。

二、电磁灶

（一）工作原理 电磁灶是一种利用感应加热方法烹饪食物的家用电热炊具。电磁灶对食品加热工作是经过三步转换而形成的。首先由励磁线圈将电能变为交变磁场，然后这交变磁场在锅底产生感应电势和感应电流，最后由这感应电流利用锅底本身电阻产生热效应。从而达到烹饪目的。

（二）电磁灶特点

1.热效率高 由于感应电流的热效应是在电磁灶锅底

参生的，直接给锅底加热，所以热效率高，可达70—80%之间，因此它能节约电能量、节省开支。

2.温控准确、热惯性小　断电便立即断磁，也就不再加热，无余热现象。因而能方便又准确地控制发热量及烹饪的温度，同时锅底温度分布均匀，烹饪效果好。

3.安全性好　使用时不必点火，无煤气中毒之忧；不明火，无火灾的危险；灶台不发热，无烫伤之患。

4.清洁卫生　灶台表面平滑，清洁十分方便。如果食物溢到灶面上也决不会焦糊，很容易擦净。但对锅子的材质和形状有一定的要求。

（三）分类与结构　电磁灶按感应线圈中的电流频率分为工频电磁灶和高频电磁灶两大类。

1.工频电磁灶　工频电磁灶的结构如图109所示。它由励磁线圈、励磁铁芯、灶面、壳体、锅体、控制元件等几部分组成。

2.高频电磁灶　高频电磁灶的基本结构见图110。灶台台面是一块高强度、耐冲击的钢化陶瓷平板或石英结晶玻璃

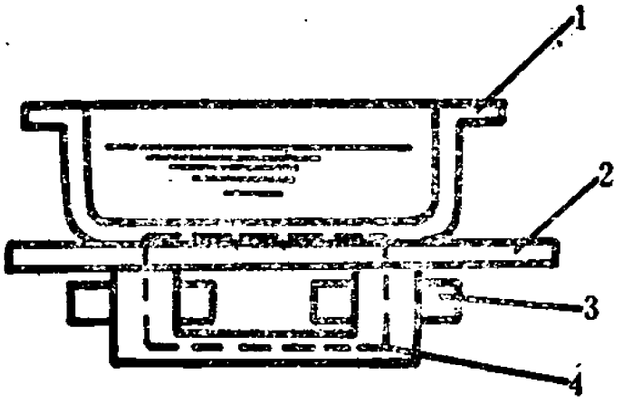


图109　工频电磁灶结构简图

1.烹饪容器　2.灶台台面
3.励磁线圈　4.励磁铁芯

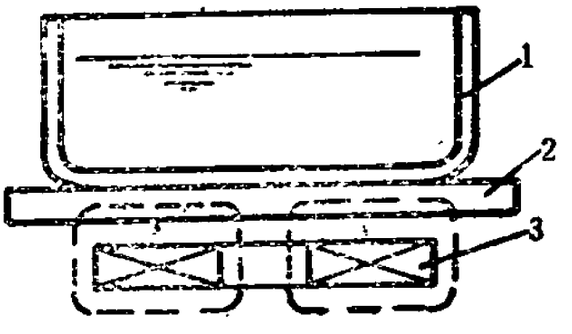


图110　高频电磁灶结构原理图

1.烹调容器　2.灶台台面
3.感应加热线圈

制成，它的下面装有高频感应加热线圈。

（四）故障与维修 电磁灶常见的主要故障及维修方法见表48。

表48 电磁灶常见故障及维修方法

类型	常见故障	维修方法
工频电磁灶	工作时锅子振动、转动和发出噪声	调整等距磁极和励磁线圈中的电流，检查励磁线圈中的串接电容，调整电容量使两组励磁线圈中电流相位相差90°
	锅子向上悬浮或转动不热或热效应差	调整中心磁极的励磁电流 锅体材质用错，不能用铝锅、铜锅、不锈钢锅，改用铁锅，或用带铁层的复合锅体来烹饪
高频电磁灶	电磁灶电器部件短路，使用者遭到触电	灶台台面裂缝，断裂探测装置失控，需弥补台面，修复台面下的导电膜，恢复断裂探测装置的功能，漏电流＜0.5mA
	器件过热损坏，不能工作	排除风扇故障和清除风道异物，使器件的工作环境温度＜75℃

三、微波灶

微波灶又称为电子灶，是一种利用微波加热的新型家用电热炊具。

（一）工作原理 微波灶是利用微波发生器产生一个交变电场，使位于电场内的食品中的极性分子在电场力作用下频繁地改变排列方向，从而引起食品的分子强烈摩擦和碰撞，而将电能转换为热能，达到加热食品的目的。

（二）性能特点 与电灶、煤气灶相比，微波灶的性能和特点如下：

1.加热均匀、控制方便　微波具有较强的穿透能力，能深入到被加热食品内部，使其内外一起加热；一断电微波立即消失，加热也停止、无余热和热惯性，控制方便。

2.营养破坏少　能最大限度地保持食品中的维生素，能保持食品加热前的颜色，同时微波具有低温杀菌作用。

3.加热速度快、热效率高　能使食品里外同时加热，比一般炉灶快4—10倍，可节约电能30—80%。

（三）结构　家用微波灶基本上都是箱式结构。其结构原理见图111。主要由电源变压器、微波发生器、传输波导、箱体和控制部分等组成。

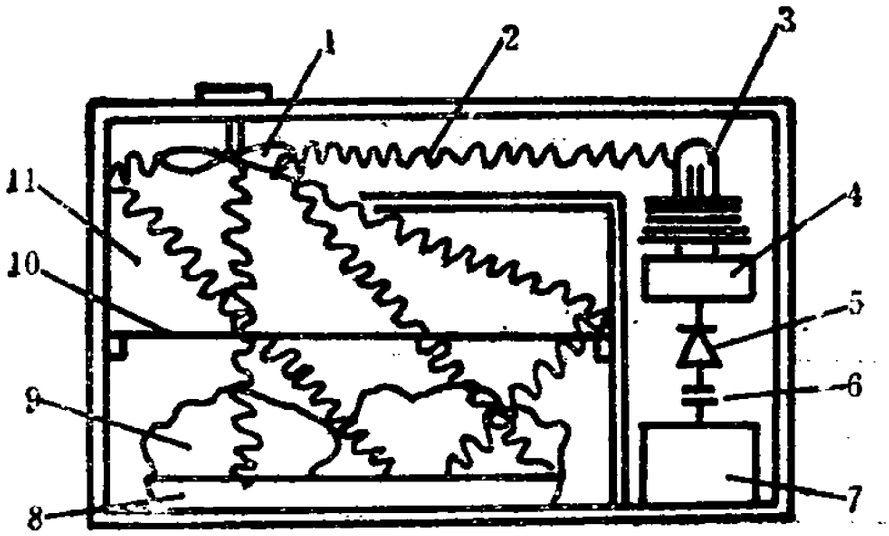


图111　微波灶结构原理图

1.波型搅拌器　2.波导　3.天线　4.磁控管　5.整流器　6.电容器
7.变压器　8.托盘　9.食物　10.搁板　11.灶腔

（四）故障与维修　一般地说，家用微波灶一旦出现故障，应送到专业维修部门修理。普通微波灶常见故障、可能的原因和维修方法见表49。

表49 普及式微波灶常见故障及维修

故障现象	产生原因	维修处理方法
搅拌风叶不转，但灶腔照明未熄灭	搅拌风叶电机损坏	更换或修复电机
	连接搅拌风叶电机的导线断路	更换或连接断路的导线
照明灯不亮，但可加热食物	灯泡损坏或接触不良	更换灯泡或除去污垢
	连接灯泡的导线断路	更换或连接断路的导线
灶腔照明灯不亮，也不能加热食物	灶门未闭合好	关好灶门
	电源变压器绕组烧断	修复或更换电源变压器
	热断路器断开	热断路器损坏时应更换，检查风道是否堵塞，鼓风电机是否损坏。进行修复或更换
	烹调继电器绕组断路	修复或更换
	其它线路有断路	逐级检查线路，接好断线和脱焊部位
可以加热食物，但定时器不起作用	定时器电机损坏	修复或更换电机
	连接导线断路	连接断路处
灶腔照明灯亮着，但不能加热食物	整流与磁控管间高压电路短路	检查线路排除短路
	变压器高压绕组短路	修复或更换变压器
	整流二极管击穿、或磁控管损坏、或高压电容器损坏击穿、或灶门安全开关损坏	更换相应规格的零部件
烹调过程中，灯突然熄灭，烹调停止	灶门被打开	关好灶门
	热断路器断开	清除风道中障碍物
按下烹调开关时电源保险丝断开	变压器初级绕组短路	修复或更换变压器

第九章　煎烤用电热炊具

煎烤用电热炊具主要用来烘烤、油煎、油汆食品用。这类产品的特点是对焦烤的食品有色泽的要求，即焦黄度的要求。因此对产品的温度和温度的均匀性有一定的要求。

第一节　家用电烤箱

家用电烤箱是一种利用电热元件发出的辐射热来烘烤各种食品的炊具。如制作烤鸡、烤鸭等类食品，也可烘制面包、蛋糕、饼干、干果等食品。在现代家庭中，随着饮食的多样化，电烤箱的作用在炊事工作中越来越显示其优越性。

电烤箱在烘烤食品时，同时存在着辐射传热和对流传热两种型式，被烘烤的食品通过这两种型式所吸收的热量中是以辐射传热为主。因此，在家用电烤箱中为了提高热效率、缩短烘烤时间、节约用电，应尽可能提高辐射传热所占的比例，而为了取得最佳的辐射加热效果，就必须使电热元件的辐射波长峰值能与食品的吸收峰值相吻合，一般面粉、糖类等有机物质在3.5—4μ的波长范围有较好的吸收率，因此电热元件表面温度应当在450—550℃范围中。对于管状电热元件来讲，管子表面负荷应在4W/cm^{2}左右。

食品对烘烤温度的高低随食品的种类和风味不同而异，一般炉温在100—250℃范围中，但往往要求烘烤的方向为双向，又称为双辐射，即既有面火（来自食品上面的加热）又有底火（来自食品下面的加热），这样能使食品的色香味俱全，得到最好的烹调效果。

家用电烤箱按其结构和功能分为简易型、普通型、高级型3种。

一、简易型家用电烤箱

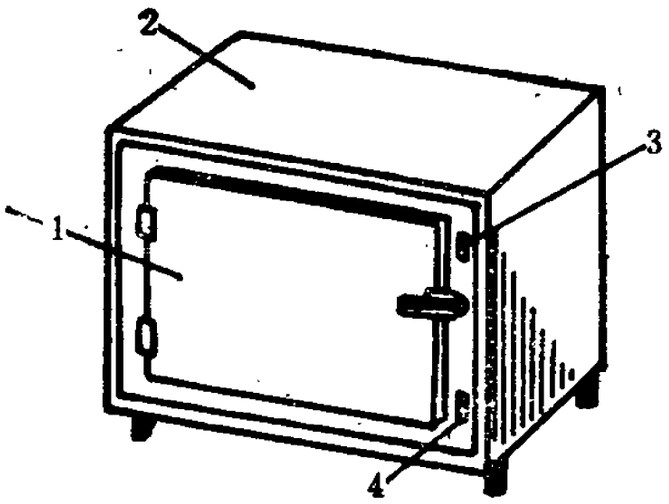


图112　简易型家用电烤箱
1.门　2.金属壳体　3.上层热元件开关
4.下层热元件开关

在金属薄板制成的壳体内装有上下两层（或只有下面一层）电热元件，没有温度控制和功率调节，其结构如图112所示。电热元件是采用电热丝绕在瓷管上制成。使用时，靠人工掌握火候和时间。这种电烤箱结构简单、造价低，但技术性能和安全性较差。

二、普通型家用电烤箱

普通型家用电烤箱的结构见图113。它由壳体、热元件、功率和温度调节三大部分组成。

壳体分为内外壳两部分，是用薄板冲压成型后点焊而成，中间以空气作为隔热层，如图114所示。内外壳体的左上方设有可调节的排气孔，用来调节箱体内的湿度。门的上半部装有耐热玻璃，在烘烤过程中能随时观察箱内食品的烘烤

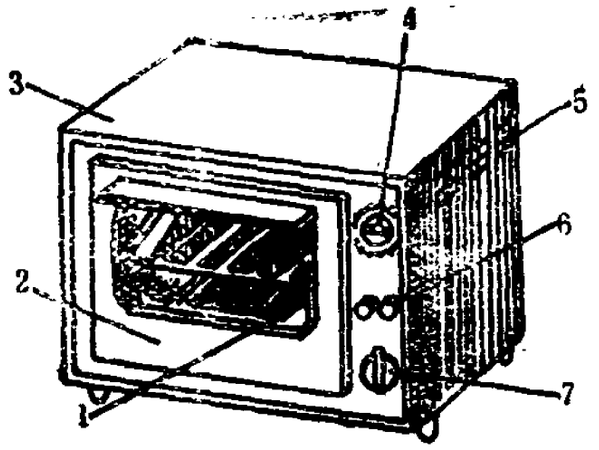


图113　普通型家用电烤箱

1.热元件　2.门　3.壳体　4.调温器
5.出气孔　6.面底火调节　7.时控旋钮

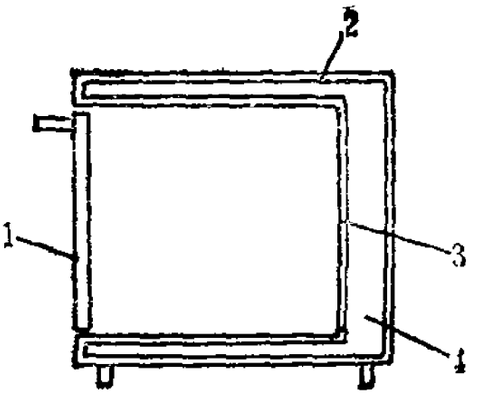


图114　双层壳体结构

1.门　2.外壳　3.内壳
4.空气隔层

情况。为了提高电烤箱的热效率，防止箱内热量外泄，门的密封性非常重要。但又门的温度较高，又不宜安装使用衬垫，为此常采用如图115的弹簧门结构，它依靠弹簧拉力使门始终紧压在门框上。

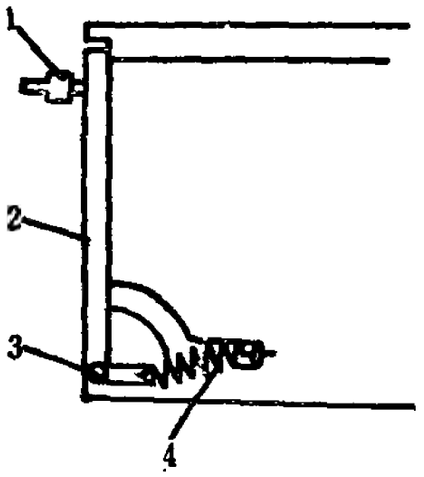


图115　弹簧门结构

1.门手柄　2.门　3.旋转轴　4.拉簧

电烤箱内一般附设有烘烤食盘、网格栅和在高温下取食盘、网格栅用的工具。有些电烤箱还装有微型电动机，借以带动食盘转动，使烘烤均匀，其转速约为6—10转/分。

普通型家用电烤箱中的电热元件一般采用金属管状电热元件。在烤箱的上下部各装一支元件，以形成面火和底火。热元件形状如图116所示，管材一般用不锈钢管。

普通型家用电烤箱的控制面板上装有一个四位功率调节分配开关，可使上下二支电热元件分别接通或同时接通，以

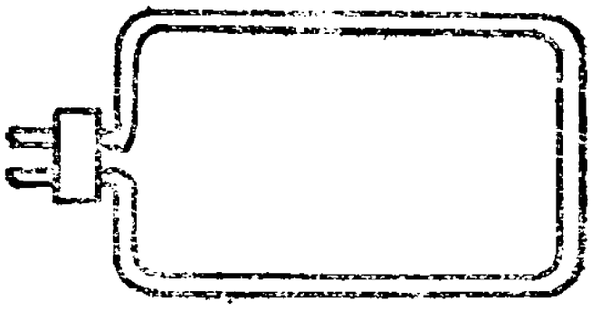


图116　热元件

便单独形成面火或底火。除功率调节外，还有可调节的双金属片恒温器，恒控温度的选择见表50。

表50　恒控温度选择表

烘　烤　食　品	恒控温度(℃)
食品保温加热	125
面包、馒头、粮食类食品	150
家常小甜饼	175
蛋糕、燕麦饼、发酵的面团	200
带焦黄色面包和干酪屑涂层的食物	225
烤小鸡、鸭等	238
大块牛肉、肉片、鱼片、牛排、炙条鱼等	250

普通型家用电烤箱一炉可烘烤面食0.5kg，每小时可烘烤3.5kg，一次可烤家禽一只。

三、家用高级电烤箱

与普通型家用电烤箱相比，高级家用电烤箱具有下列几个特点：三层壳体结构，热损失小，具有酵母菌发酵控制装置；食品的焦酥程度可以控制；特制的电热元件，辐射效果好。

（一）结构 高级家用电烤箱的结构见图117。它主要由壳体、热元件、控制三部分组成。为了提高热效率，其壳体

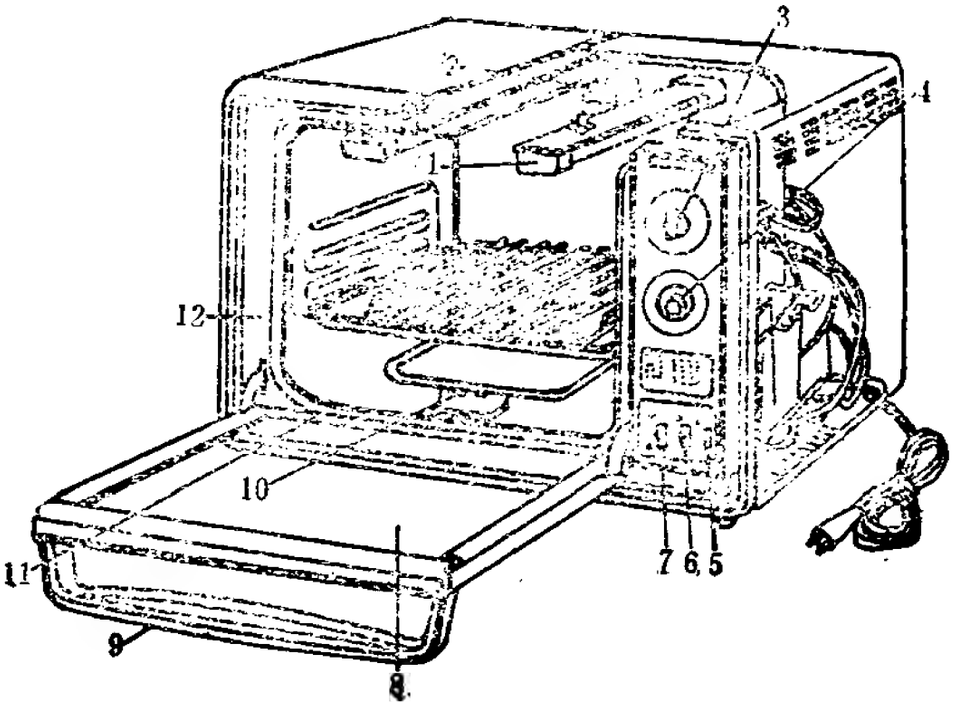


图117 高级家用电烤箱结构

1.上发热元件 2.热敏电阻 3.定时器 4.调温器 5.发酵开关
6.焦糊开关 7.功率调节开关 8.门玻璃 9.拉手 10.下发热元件
11.不锈钢内箱 12.三层结构壳体

是由外壳、中隔层、内胆组成的三层双腔结构，如图 118 所示。

（二）热元件 高级家用电烤箱的热元件分上下二种。上面一种是特制的石英玻璃红外线电热管，铁铬铝电热丝贯穿在石英玻璃管中央，再安装到反射板（不锈钢制）上。电热丝是所谓有支须的线圈形，发热部分不直接接触管内面，而用支须支持着，如图119所示。由于被烹调食物的水份占有比例近于80%，所以电热元件发射波长的峰值在3μ左右。下面一种是与普通型电烤箱相同的金属管状电热元件。

（三）控制 高级家用电烤箱的控制比较全面，其电路

图如图120所示。图121是图120的电气原理简图。

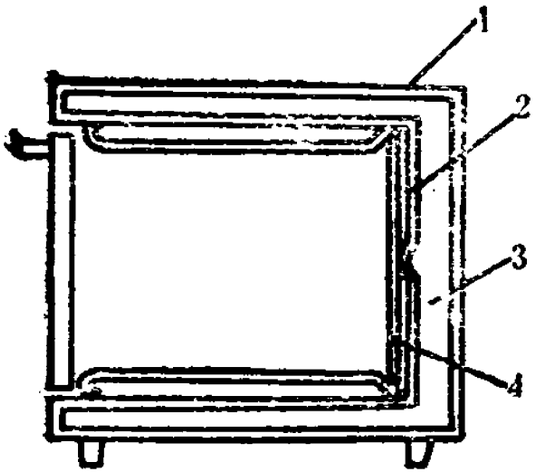


图118　三层双腔壳体结构

1.外层　2.中隔层　3.外层腔体
4.内胆

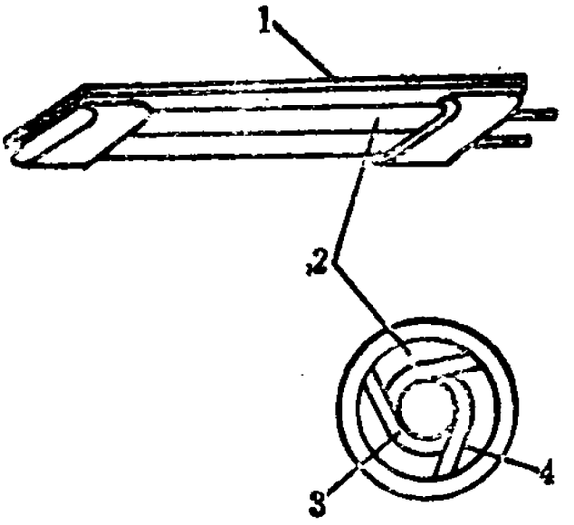


图119　辐射热元件

1.反射板　2.石英玻璃管
3.电热丝　4.支须

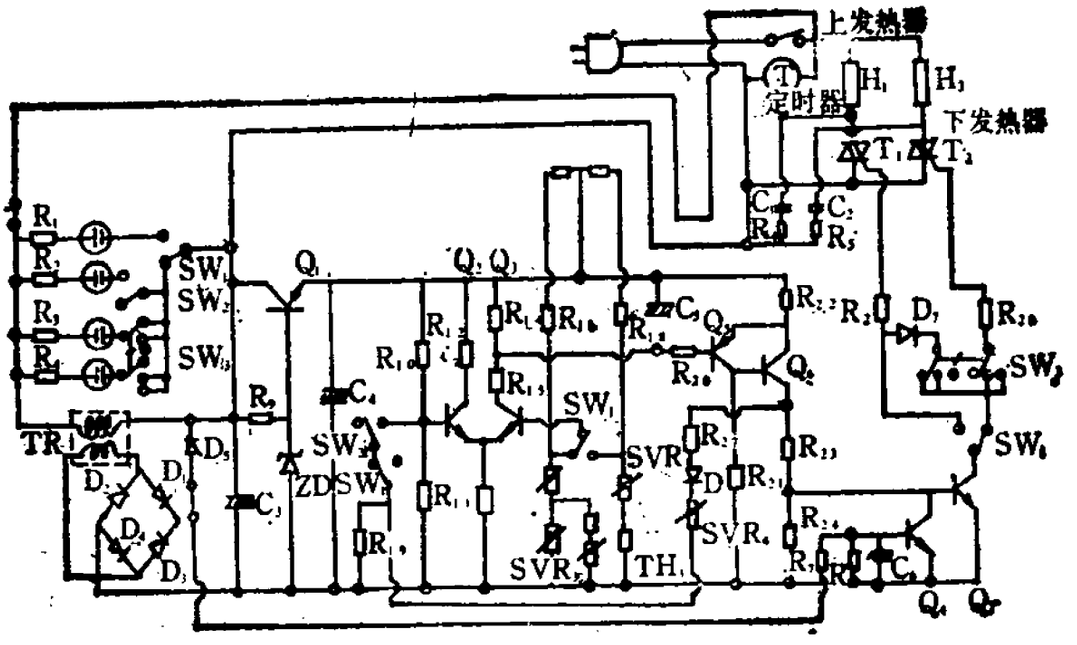


图120　电路图

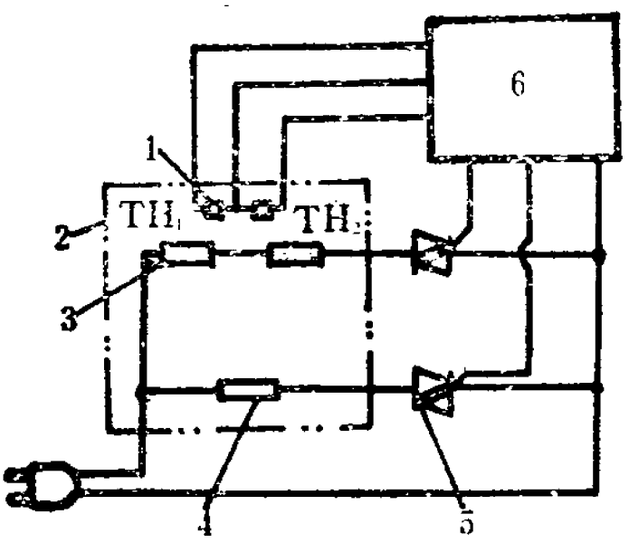


图121　电气原理简图

1.热敏电阻　2.内箱　3.上发热元件　4.下发热元件　5.双向可控硅
6.集成电路块

四、家用电烤箱的特殊要求

家用电烤箱除了满足一般电热电器的安全要求和结构性能要求外，尚需满足下列特殊要求。这也是在电烤箱维修后需达到的要求：

（一）电烤箱热损失测定　调定温度控制器，使烤箱温度和室温之间平均温差为180℃时进行测定，达到稳定状态后在超过2小时的时期内具有整个“接通”和切断循环的条件下，测出能量消耗。热损耗是把瓦小时除以该时间而得到的瓦数来表示。

（二）水平方向的热分布　电烤箱水平方向的热分布是由测量标准糕点棕色一致性来决定的。棕色度用反射仪测得。标准糕点的调面成份如下：

面粉	300克		
人造奶油	200克	鸡蛋一只	约60克
细白砂糖	100克	食盐	一撮

鸡蛋应独自打搅，以得到均匀的粘结分布，然后与配料拌和在一起，小心地作短时间的捏和，再存放在温度为20℃到10℃的冷箱中至少12小时。

烘烤时，在初步测量中温度控制的调整使得糕点烘烤15分钟后平均棕色度（焦黄度）达40—50%之间。

五、故障与维修

电烤箱常见故障和维修方法见表51。

表51　电烤箱常见故障和维修方法

故障现象	可能原因	排除方法
不热、指示灯不亮	无输入电压、引线断路、恒温器或定时器触点不能闭合	置开关于“通”位，调温器旋钮置高温档，用万用表逐段检查找出断路处，进行排除，重新接好
不热、但指示灯亮	电热元件接触不良或断路	清除接触点处的锈蚀氧化层，重新接好；短接断路处或更换元件
热、但指示灯不亮	灯泡坏或灯泡线路断路	更换或重新连接
炉温失控	恒温器调节故障	调整恒温器调节螺钉
预定时间不断路	定时器失灵，卡死 定时器主轴与面板卡住	更换或清洗定时器 重新安装定时器，使定时器主轴与面板不接触
保险丝断路或跳闸	短路	逐段检查各部件和线路，排除短路

第二节　电 炒 锅

电炒锅主要用来炒烩食物。也可用来煎、炸、烧、煮等操作。是一种以较高温度烹调食物的电热炊具。为适应炒的特点，要求热量能集中于锅底中央，并具有足够的热容量。常用的电炒锅有下列 3 种型式。

一、开启式电炒锅

开启式电炒锅结构见图122。类似于开启式电炉，所不同

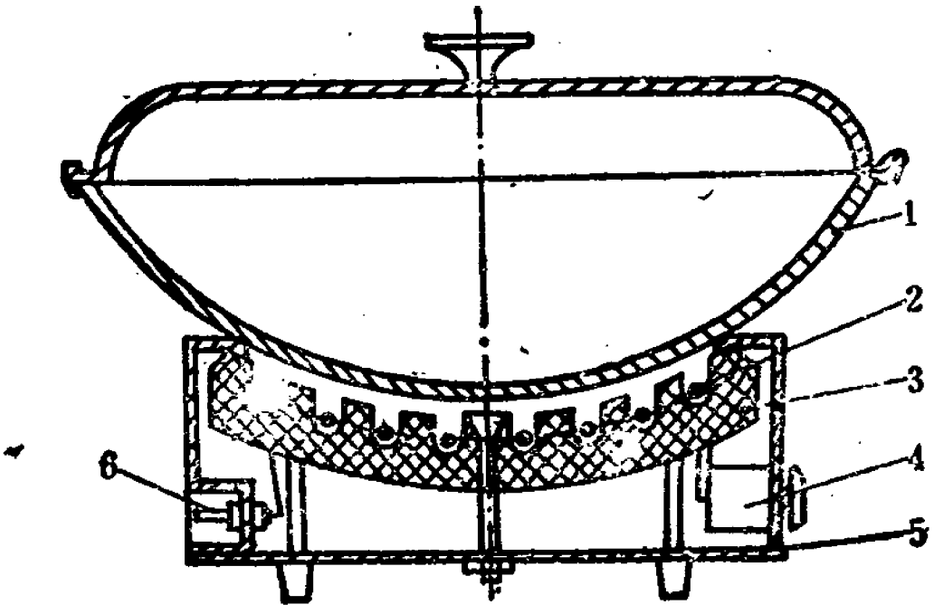


图122　开启式电炒锅

1.炒锅体　2.电热丝　3.球形炉盘　4.功率调节开关　5.壳体　6.电源插头

的是其炉盘形状呈球面形。在球面形炉盘的凹槽中，盘有螺旋形电热丝，通常有二支，通过功率调节开关可以得到强、中、弱 3 种加热功率。

开启式电炒锅的优点是：结构简单、造价低廉，可以配用普通熟铁炒锅、生铁炒锅和铝质炒锅。其缺点是：电热丝

表面带电、且明火，因此使用安全性差，主要依靠辐射传热，热效率低。

二、连体电炒锅

连体电炒锅的结构见图123。主要由锅体、电热元件和电

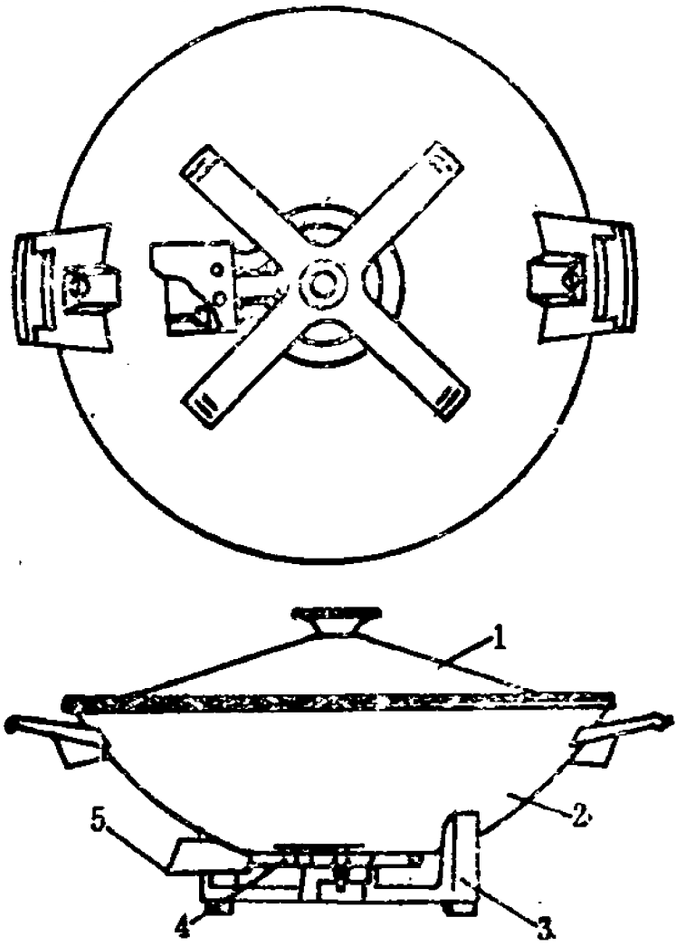


图123　连体电炒锅

1.锅盖　2.锅体　3.支架　4.电热管　5.电热插座

源插座三部分组成。锅体用金属铝或铁压铸，呈球形，其大小与目前市场炒菜锅相似，锅外底部中心一圈处有容纳电热元件的凹槽。金属管状电热元件嵌压在槽中要有良好的吻合。它装在中心处有利于热量集中，使炒菜时食油能得到适当的高温，这种电炒锅的功率一般在1—2 kW之间。

也有将管状电热元件直接铸造在锅体底部。这种结构的电炒锅，由于炒锅和电热元件做成一体，因此传热好，热效

率高，且使用安全可靠，其缺点是锅体不能浸在水中清洗，否则将要破坏电气元件的绝缘。

三、分体电炒锅

分体电炒锅的结构见图124。锅体与发热板之间可以随手分离。这样便于对锅子的清洗。发热板是带有与锅体相吻合的球面。一般用金属管状电热元件铸造在铝合金中再金加工而成。

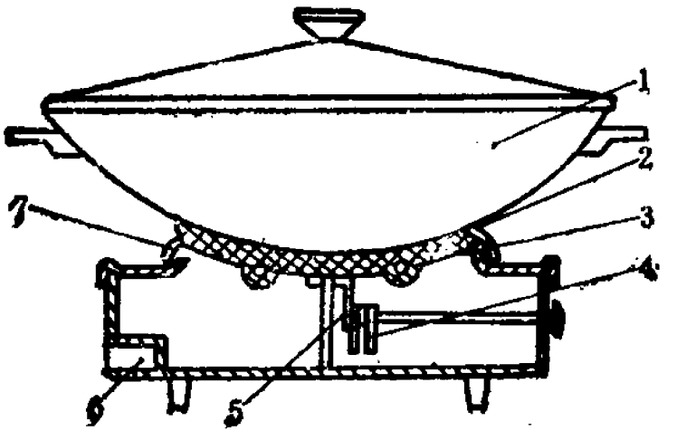


图124　分体式电炒锅

1.炒锅体　2.铝合金　3.金属管状电热元件　4.调温器　5.导热板　6.电源插座　7.挡水圈

四、电炒锅常见故障与维修

电炒锅的常见故障主要是不发热、温度失调、漏电、指示灯不亮等。其可能的原因和检查维修方法分别叙述如下：

（一）不发热　接上电源后，不发热，分下列两种情况：接上电源后不发热，指示灯不亮。可能的原因和排除方法是：

（1）电源停电或保险丝烧断。此时先用测电笔检查电源插座处电源是否有电，如果电源无电，则需等待恢复供电，或排除供电部分如插座等处的故障；如果电源有电，则需检查电炒锅内保险丝是否烧断，如烧断则需更换保险丝。

（2）插头、插座、电源引线、电热插销等各部件间接触不良、松脱、断线等，使电热元件和指示灯无电压。需用万用表，从外至内逐级检查，排除因氧化、松脱、断线等原因造成的电热元件无电压现象。

（3）调度调节旋钮处于停止、断开状态。排除方法仅需将旋钮旋调到所需位置。

（4）恒温器触点未调好，旋钮旋到通电加热位置时，恒温器触点不能闭合，或闭合但触点表面接触不良。排除方法是重新调整恒温器微调螺钉，使触点接触适当，若接触点烧损应更换恒温器。

（5）发热器与指示灯同时烧坏，则需分别更换。

接上电源后不发热，但指示灯亮。说明电源有电，不热的原因只有二个可能性：

（1）发热器接线部分松脱，此时重新接好即可。

（2）电热元件烧断，更换电热元件。

（二）温度失调 温度失调的可能原因有可能是调温旋钮紧固螺钉松脱，旋钮与恒温器轴打滑，或恒温器内部有异物阻碍，或恒温器微调螺钉失落、滑牙，或恒温器损坏。排除方法是重新调试恒温器，旋紧各螺钉，如尚不能排除，则需更换恒温器。

（三）漏电 电炒锅漏电的可能原因和排除方法是：

（1）电炒锅或电源插销处浸沾汤、水，或严重受潮。排除方法是干燥后再试用。

（2）电热管端部封口材料因过热或受潮而失去封口性能。此时可将电热管拆下来，或连电热器部件一起拆下，烘

干去潮，用室温硫化硅橡胶重新封口即可。

（3）开关、插头、插座、恒温器、电源线等绝缘损坏或积存污物过多。排除方法是清除污物、干燥，重新绝缘或更换。

（4）云母片脱落或损坏。更换云母片，重新装垫好。

（5）接地线损坏、接地螺钉松动、锈蚀。排除方法是清除接地螺钉锈蚀层，接好接地线，使接地电不大于0.2Ω。

（四）保险丝或断路器烧断或跳闸、短路 可能的原因是电炒锅功率较大，原来的保险丝太小；或是电炒锅内电气部分有短路处。若是前者，可更换大一号保险丝；若是后者，则需用万用表、由外向里逐级检查，找出短路点，然后给予排除。

（五）指示灯不亮 指示灯不亮，但炒锅能发热工作。可能的原因和排除方法是：

（1）指示灯泡烧坏。需按原规格更换指示灯泡。

（2）指示灯串联电阻烧断。按原规格更换电阻。

（3）指示灯线路松脱。找出松脱处，重新接好。

（4）指示灯线路或电阻过度潮湿。可用电吹风进行干燥处理，或更换指示灯线路。

第三节 电煎锅

电煎锅是用来煎、炙、烙、焙食物的一种电热炊具，其特点是锅身浅、锅底平、温度高。

常见的结构有3种。

一、圆形法兰板式电煎锅

其结构见图125。在带有长手柄的煎盘下面压装了一支电

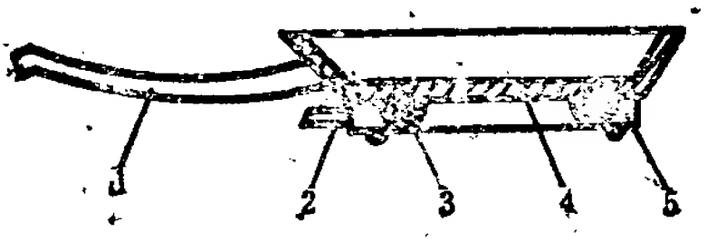


图125　圆形法兰板式电煎锅

1.手柄　2.电源插座　3.电热元件　4.锅体　5.底罩

热元件。底座上设有电源插座、热双金属限温器，这种电煎锅结构简单，使用方便，价格也很低廉。

二、长方形电煎锅

长方形电煎锅结构见图126所示。它主要用来煎炸猪排、牛排、荷包蛋、油饼、油条等食品。锅体一般用铝合金铸件，锅底呈平面形，锅底反面有接纳电热元件的凹槽；电热元件

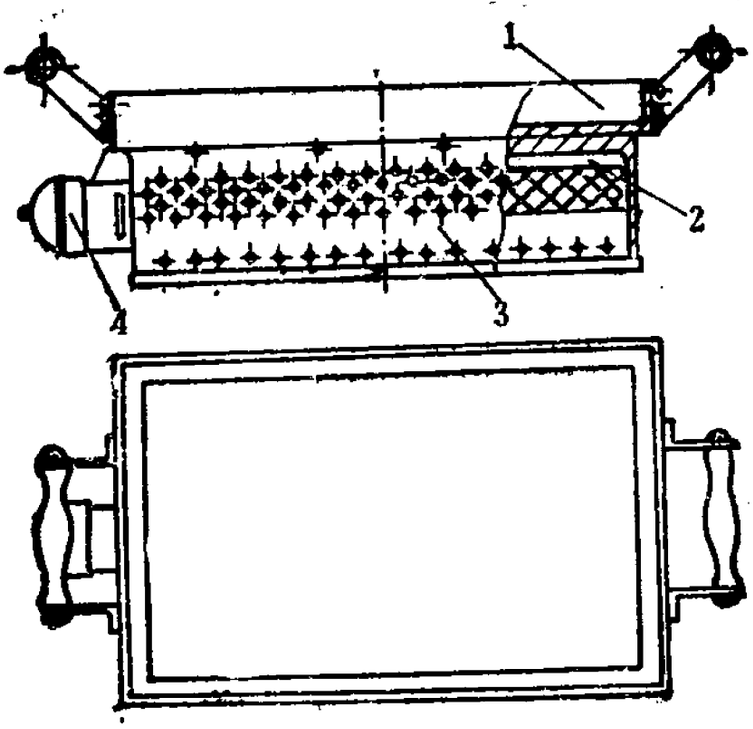


图126　长方形电煎锅

1.锅体　2.电热元件　3.座　4.电源插座

一般采用管状电热元件或板状电热元件，电源插座装在底部金属壳体座上。

常用的长方形台式电煎锅功率分挡有1、2、4 kW；锅体容积为4.5升；外形尺寸为450×300×200mm。

三、电炸锅

电炸锅与电煎锅相比，其不同之处是锅内油的液位较深，能使煎炸的食品全部浸入油中。一般用来作为油汆食品用，如油汆花生米、桂花肉、油炸饼等。图127为家用电炸锅的外形和结构简图。锅体由内外二层组成，电热元件系用电热片紧箍在内锅外面，夹层间的空隙处填有耐火隔热材料，以提高热效率和减少锅外温度。与电煎锅不同的是电炸锅底部不设置电热元件，因为底部常有食品碎屑沉积，为防止碎屑焦糊炭化而污染食油、影响所炸食品的色香味效果。锅内设有一个可挂在锅边上、带柄的滤网，便于捞起油中炸好的食品；当在滤网内放上一张滤纸时，则可兼作滤油净化之用。

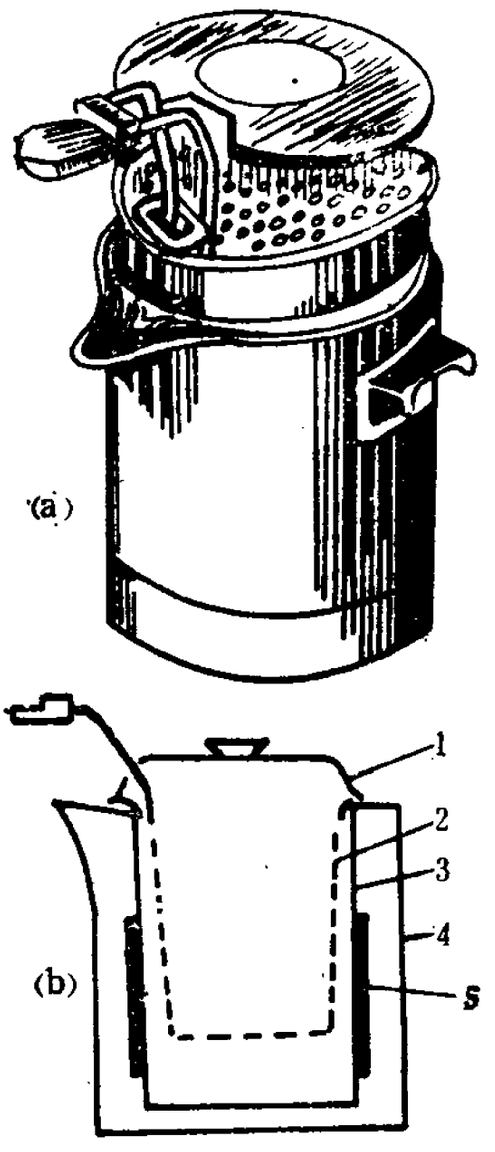


图127　家用电炸锅
(a) 外形图　(b) 结构图
1.盖　2.滤网　3.内锅
4.外壳　5.电热元件

一般家用电炸锅的容积或盛油量为0.8—1.2升，功率在

1.2kW左右。

四、故障与维修

电煎锅和电炸锅的常见故障与维修可参见第九章第二节。

第四节　面包炉和三明治炉

面包炉和三明治炉都是将熟的面包进行再加工的家用电热炊具。

一、面包炉

（一）用途及工作原理　这里所指的面包炉见图128。主要是用来将面包片烤成焦黄色，以增进其色香味的一种专用电热器具。使用时先将面包切成2cm厚的面包片，放入炉子槽口中，一个槽口放一片，然后按下操作手柄并被卡住，面包片随着下降全部进入槽内，与此同时，电路被接通开始加热，待面包烤烘完毕，操作手柄受控制器动作自动脱扣跳起，被烘烤好的面包片即从槽口推出，同时电路自动切断。全部工作过程仅约1—2分钟就完毕，因此使用极其方便。

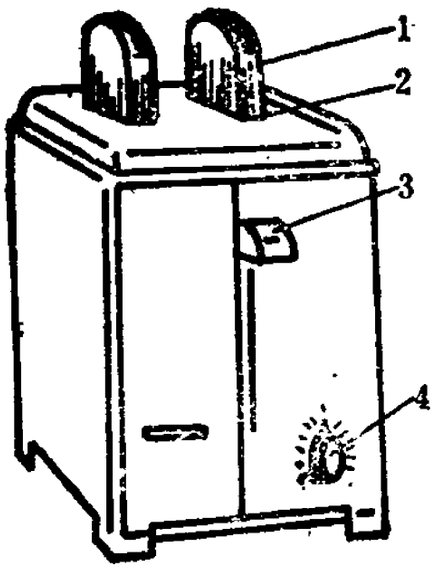


图128　面包炉

1.面包片　2.槽口
3.工作把手　4.控制旋钮

（二）结构　面包炉的一般结构如图129所示。常有槽口

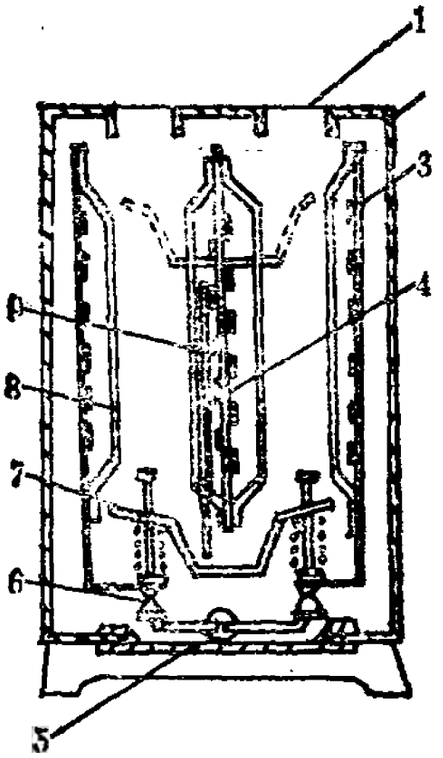


图129　面包炉一般结构

1.槽口　2.外壳　3.单面发热电热片　4.双面发热电热片　5.炉底门
6.触点　7.托架　8.防护栅　9.温控感温件

的外壳一般由薄钢板冲制成形后镀镍抛光。与手柄联动的面包片托架用不起皮的耐热钢制成。托架在上方位置时，电路处于开断状态，炉子中间装有双面发热的发热片，两侧为单面发热的发热片。为防止面包片触碰到电热丝，在发热片上装有直径为1 mm的不锈钢丝制成的防护栅，在炉底下面设计有一个清除面包屑等杂物的小门。

（三）常见故障及排除方法　面包炉常见的故障及维修方法见表52。

（四）电热片的维修　面包炉中的电热片是关键零部件，在维修中也占很大比例。它一般用镍铬或铁铬铝材料扁平形状的电阻带直接绕制在骨架上，绕制时绕成单面发热或双面发热；维修绕制时必须注意到这一点，如图130所示。缠

表52 面包炉的故障与维修

故障现象	故障产生原因	维修和处理方法
不发热	电源导线断路、松脱、插座接触不良、保险丝熔断等	检查故障点，修复或更换已损坏的零部件
	操作开关接触不良	调节开关的触点弹簧，使触点间能良好接触
	电热元件断路	短接断路处或更换电热元件
	温度调整装置失灵	更换温度调整装置
漏　电	插座、开关、调温装置等绝缘体破坏	更换绝缘已破坏的零件
	引线碰壳或电热元件接地	隔离引线，修复接地部位
热度不正常	电热元件部分短路、温度调整装置失灵	更换或修理
	电源电压不对	检查并更正
动作机构动作不良	锈蚀、弹簧脱扣结构件损坏、杂物卡死	除锈后加点润滑油，扣好弹簧，更换损坏的结构件，排除杂物恢复动作

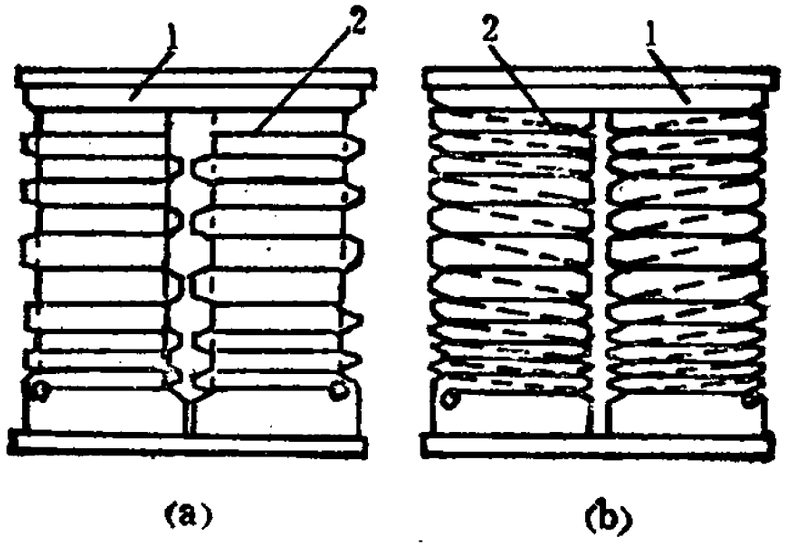


图130　面包炉热元件
(a) 单面发热　(b) 双面发热
1.骨架片　2.电阻带

绕密度是不均匀分布，两端散热大，因此两端较密，这样烤制成的面包片焦黄色度就较均匀。

（五）面包炉的弹跳结构及维修 面包炉的弹跳结构如图131所示。工作捏手与面包片托架做成一个结构体，并能顺

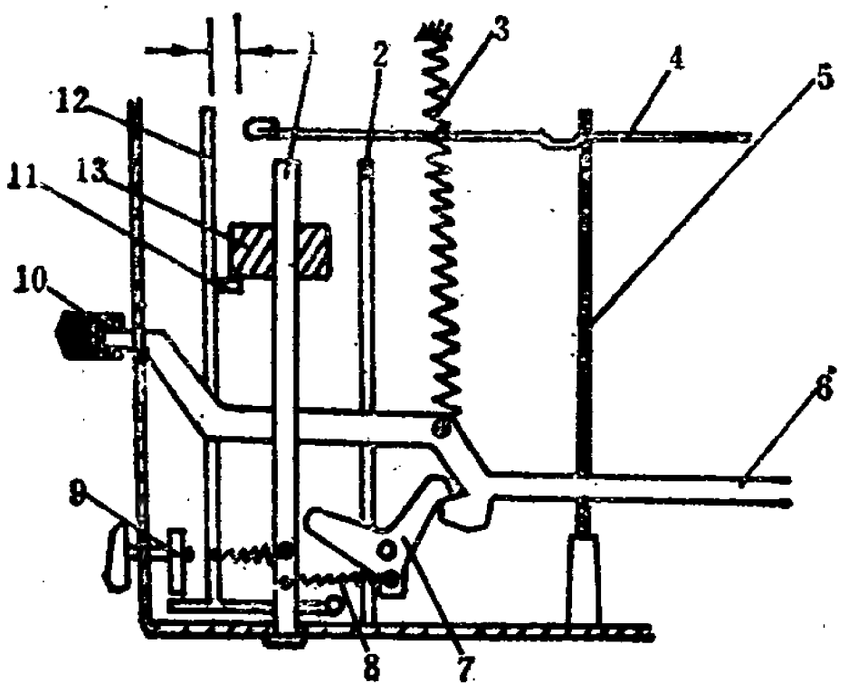


图131 面包炉的弹跳结构

1.滑杆2 2.滑杆1 3.上跳弹簧1 4.顶杆 5.热双金属片 6.面包片托架 7.卡板 8.弹簧2 9.偏心轮 10.工作捏手 11.凸片 12.调节板 13.重锤

着滑杆上下运动，当人们按下捏手，卡板卡住面包片托架，使其不再向上，如卡板不能卡住，则有故障，一般是弹簧2失灵，需收紧弹簧2，使卡板能卡住面包片托架。此时电路接通，电热丝加热工作，炉内温度升高，热双金属感温片受热弯曲，通过顶杆顶开调节板，使调节板上的凸片脱离支撑的铜质重锤，重锤顺着滑杆落下来，打在卡板上，使卡板顺着它的支点克服弹簧的拉力逆时针方向旋转，面包片托架失去卡住的力，而凭靠上跳弹簧使面包托架上跳。与此同时，面包

托架上的连板将重锤提上，仍由调节板凸片挡住。如果重锤落下不能使面包托架上跳，一般有三个可能的故障，首先检查滑杆2是否锈蚀或弯曲，重锤要能很快地通过滑杆下落才能产生冲击力；然后检查弹簧2，弹力太大，则重锤不易使卡板脱钩，需放松弹簧2；最后检查上跳弹簧1，必须有足够的拉力。

二、三明治炉

（一）用途 三明治炉是专门用来烤制三明治的电热炊具。三明治（SANDWICH）是一种西点名称的译音，实为夹心面包，用三明治炉烤制成的夹心面包要美味可口得多，具有多种风味。因经过特殊的模压烘烤，食品外皮香脆、内质酥软，其色香味均达到了极佳的效果，能大大增进人们的食欲。

（二）结构 三明治炉的结构见图132。它由热腔体、电热元件、温控元件、外壳等部件组成。热腔体分上下两部分，能将夹心面包压制成一定的形状。不同的热腔体造型就可制

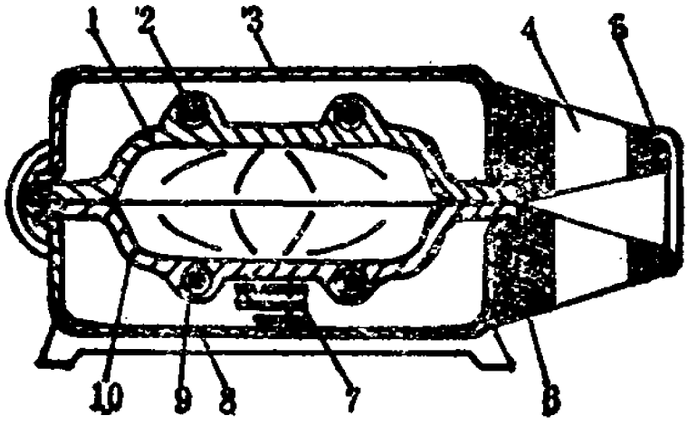


图132 三明治炉

1.上热腔体 2.电热管 3.上外壳 4.手柄 5.压扣
6.指示灯 7.温控器 8.下外壳 9.电热管 10.下热腔体

成不同形状的三明治炉，一般有三角形、长条形、长方形、小方形、圆梅花形等。热腔体由轻金属压铸或金属板冷冲挤压成型，并在其内表面喷涂聚四氟乙烯涂层。热元件采用管状电热元件嵌压在热腔体中。外壳带有上下手柄，手柄上装有指示灯，用来显示电热元件的工作状态。温控元件采用热双金属片控温器，热腔体温度一般保持在250℃以下。

（三）故障与维修 三明治炉常见的故障如下。

（1）通电后不热。一般是由于内部接线松脱、恒温器失灵或热元件烧断所致。

（2）过热后恒温器不动作。一般是因为恒温器触点熔融不能分离造成。

找出故障后对症维修。对于通电后不热的情况，一般是在室温时调整调节螺钉，使两触点接触后再旋90°。过热而恒温器不动作时，可用工具拨开两触头，用金相砂皮砂去触头表面的熔瘤即可。如上述办法还不能排除故障，则需更换恒温器。

第十章　沸水用电热器具

沸水用电热器具又称为饮料加热器具。它主要用来煮沸水、饮料等加热液体食品之用。

第一节　杯水加热器

杯水加热器是最简单的沸水用电热器具，俗称“热得快”，如图133所示。

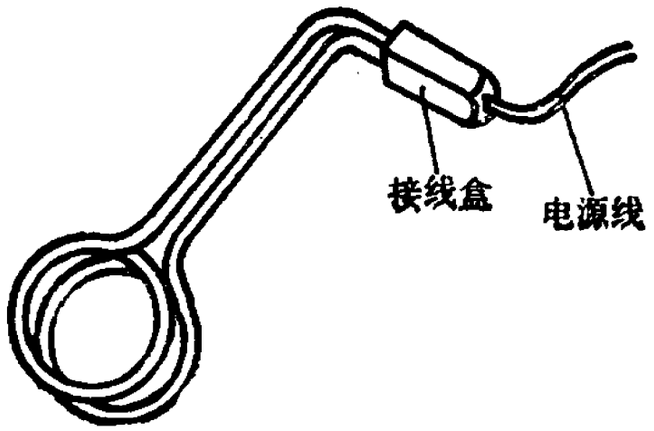


图133　杯水加热器

一、用途

杯水加热器主要用于家庭液体加热，可用来烧水、沏茶、热豆浆、煮咖啡、温中药、热牛奶、煮鸡蛋、下面条等用。杯水加热器的特点是结构极其简单，体积小而轻，便于携带，使用安全方便，热效率高。200克的水一般仅需4—5分钟即可煮沸，而且价格便宜。

二、结构

杯水加热器的结构实际上就是一支用铜管或不锈钢管做成的管状电热元件，一般管径在6—8mm。管端装在一个胶

木接线盒内，并加密封。管外表镀有防腐层，以防受潮和腐蚀。其规格主要按功率大小来划分，常用有300、400、500W三种。

三、使用与维修

使用杯水加热器时须注意下列事项：①不能空烧，不能加热固体物质。②把杯水加热器放入被加热饮料中时，其发热部分应全部浸在液面以下，然后再可接通电源，加热完毕后，须先切断电源，再从容器中取出杯水加热器。否则，加热器容易烧坏，并引起事故。③盛饮料的小容器不能用塑料制品。④杯水加热器的端部和电源线不能浸到液体中或用水去洗。

杯水加热器常见的故障与维修方法见表53。

表53　杯水加热器常见故障及排除方法

故障现象	产生原因	排除和处理方法
不热	电源接触不良	检查电源插头、插座，固紧松动部分
把柄松动	胶木碎裂或跌落、受扭力	更换胶木手柄，拧紧螺钉以防继续松动
电阻不通	离开液体露空加热，使电热元件过热烧断	更换电热元件
漏　电	电热元件质量不好，或电热元件长期不用受潮	更换或将电热元件放在120—200℃烘箱中干燥，然后在管端加封口材料

第二节　电热杯

电热杯是小型的家用电热水器，可加热牛奶、红茶、豆

浆等少量饮料用。其容量一般为0.3—0.6升，功率在300—500W之间，一杯水6—7分钟就能煮沸。

一、结构

电热杯的结构如图134所示，分为杯体、发热元件、温度调节器等部分组成。杯体一般用铝板或不锈钢板拉伸成型，分为单层和双层两种结构，双层杯体保温效果好、热效率较高。电热元件一般采用开启式电热元件、片状电热元件或管状电热元件三种，安装在杯的底部，并与底部有良好的吻合，以提高热效率。

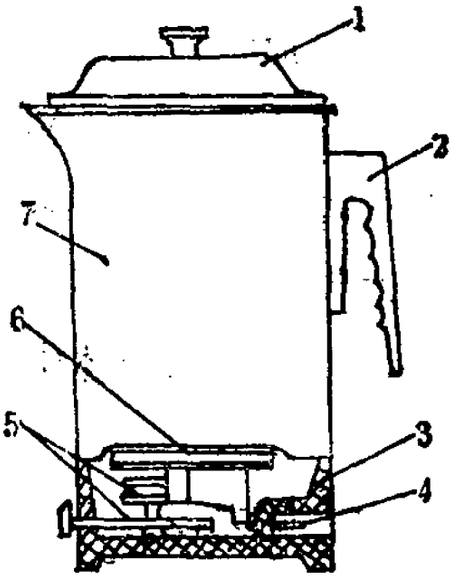


图134　电热杯结构简图

1.杯盖　2.塑料手柄　3.胶木底座
4.电源插头　5.调温器　6.热元件
7.杯体

具有温控功能的电热杯在底部胶木底座内装有调温器，一般用热双金属片结构，动作温度一般在60—110℃范围内连续可调。

二、常见故障与分析

电热杯常见的故障有短路、漏电、断路三种情况。

（一）短路　电热杯短路现象常表现在电热杯底部底座内有火花出现，或线路保险丝熔断。短路的产生主要是由于在使用中不慎，有水溢出，进入到底座中破坏绝缘零件，或在电源插头处有水，胶木底座表面有水汽引起表面“爬电”。在清洗电热杯时，不慎将水进入杯体底座，也会出现此类情

况。

（二）漏电 电热杯在出厂时绝缘性能较好，应无漏电现象。如长期不用，杯内绝缘体将会吸潮而绝缘降低，此时再用将会出现有漏电现象。或者由于使用不当，电热杯发生短时空烧，使底座内绝缘层由于过热而绝缘性能下降，发生漏电现象。

（三）断路 断路主要表现在电热杯在接通电源后不热。这主要有两个可能性，一个是底座内接线松脱，或接线处由于长期在高温下工作表面形成较重的氧化层而使电路不通；另一个可能性是由于使用不当，杯内断水，电热元件与锅底接触不良，使电热元件工作温度过高而电热丝烧断。

三、故障排除方法

先切断电源，用万用表判别电热杯是短路、绝缘程度还是断路。然后打开底座，进行维修。

（一）短路维修 用吸水的软纸将底座内表面擦拭清洁，使表面不沾有水汽，被电弧烧毁的绝缘件需重新更换，理顺电线的走线，如电热元件本身短路，则需更换电热元件。

（二）漏电维修 将电热杯倒置，底朝上、杯口朝下，打开电热底座，放到150℃的烘箱中干燥1—2小时，待其绝缘电阻大于5 MΩ后再装好底座试用。

（三）断路维修 打开电热杯底座后，从电源进线处着手逐段检查断路处，所有电气连接接头，清除氧化层，旋紧接线处接点；若是电热元件本身断路，则必须重新更换新的电热元件，在更换电热元件时，务必使电热元件与杯底有良好的热传导。或者短接断路处也可排除短路现象。短接断路

处用的材料一般采用1Cr18Ni9Ti不锈钢皮。

第三节　电水壶与电热水瓶

电水壶与电热水瓶主要用来煮沸饮用水。电水壶按壶体的材质分为非金属和金属两大类；按控制性能又分为无控制型和控温型两种。

一、非金属电水壶

非金属电水壶的壶体一般采用具有民族特色的瓷器或紫砂陶器，也有用密胺塑料压制成型的。图135为瓷质电水壶（又称为瓷电茶壶）。电热元件常采用铜质镀食品锡的管状电热元件，或者采用铝质管状电热元件。管径一般在6—8mm之间。

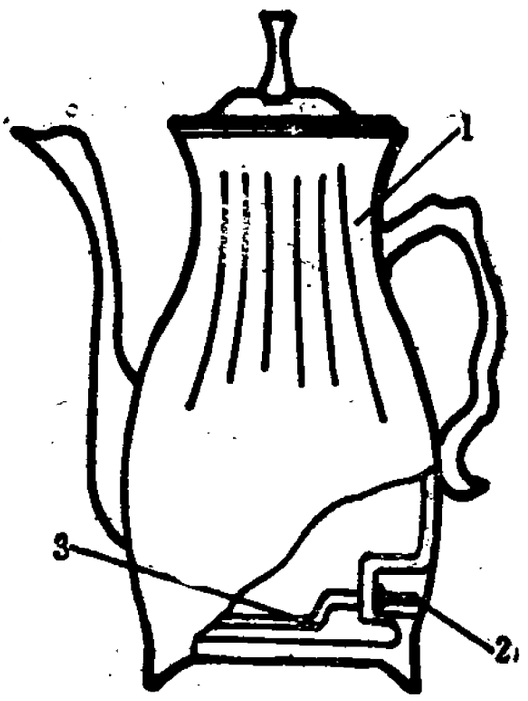


图135　瓷电茶壶

1.瓷料壶体　2.电源插头

3.电热元件

图136为装有控温元件的紫砂电水壶，当壶内水沸腾后，有大量水汽从手柄上部的开口进入柄内，流经装在手柄内部的微型恒温器然后泄出，使恒温器感温后动作，切断电源，停止加热。

由于壶体是非金属制成的，其热元件的安装和密封具有它的独特性。图137表示其端部的密封结构。它是依靠管状电热元件引出杆与接触销之间的螺纹连接将密封圈和壶体夹

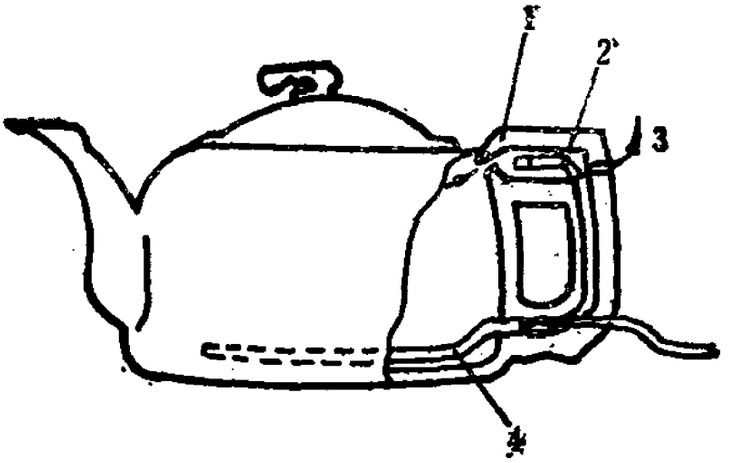


图136　带有控温元件的电水壶

1.胶木手柄　2.控温元件　3.出蒸汽　4.电热元件

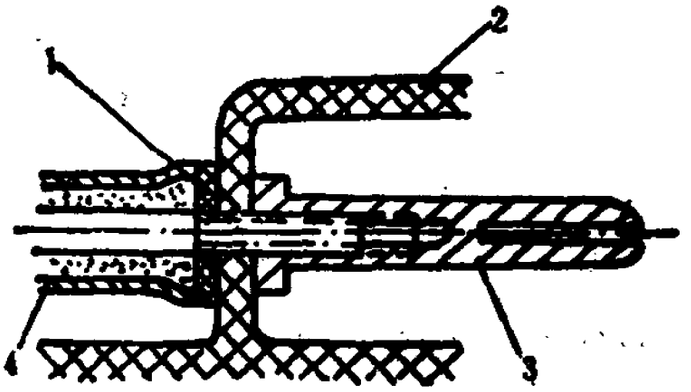


图137　端部密封结构

1.密封圈　2.壶体　3.接插销　4.热元件端部

紧，既保证了管状电热元件端部的密封，又起了不漏水连接电源的作用。

二、金属电水壶

（一）无控温型　其结构见图138所示。壶体用纯铝板拉伸成型，也有用不锈钢板、铜板拉伸成型的。由于壶体长期与液体接触，因此要求壶体材料无杂质、无毒和无腐蚀；

热元件一般采用管状电热元件，配用的电源线一般应带接地线，当电源插头插入时能确保金属壶体有良好的接地。

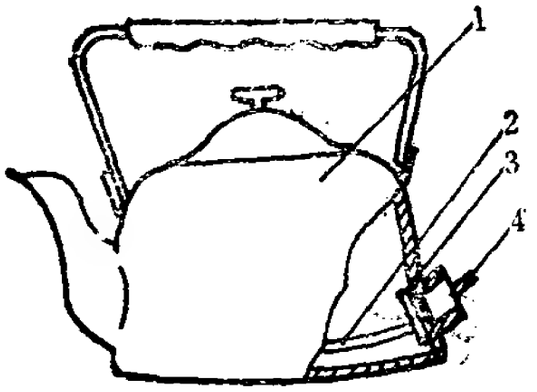


图138　金属电水壶

1.壶体　2.热元件
3.密封圈　4.插头

（二）控温型　其结构如图139所示，它是在无控温型的基础上装了温度限止器和脱水保险装置。温度限止器有采用热双金属片，也有采用磁性温控元件结构。脱水保险装置的结构如图140所示。它在正常工作状态时，有一个低熔点金属棒扣住一个被压缩的锥形弹簧，弹簧压缩力大于插头座的插板力，当壶内无水通电，或温度继电器失灵，水被烧干时，壶内温度升高，低熔点金属棒被熔断，于是弹簧舒展力求恢复自由状态而推出电源插头，确保电热元件不被烧毁。

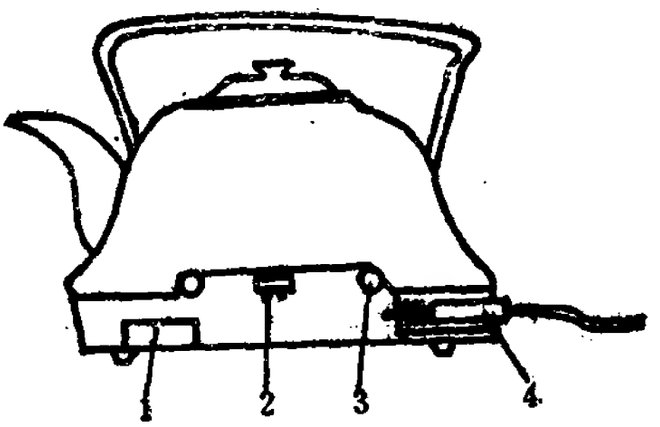


图139　控温电水壶

1.微型接触器　2.温度限制器　3.电热元件　4.电源插头

三、水开报鸣器

电水壶常常配套有水开报鸣器。它主要作用是在水开时

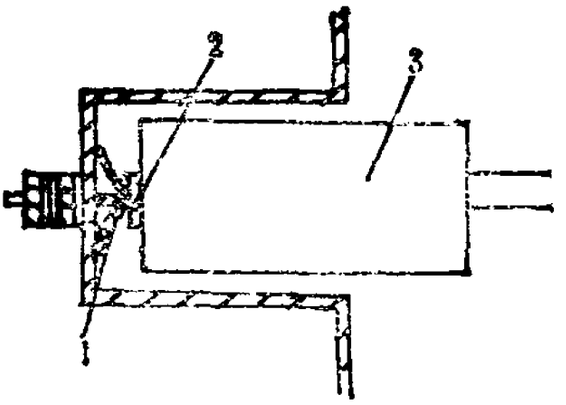


图140　脱水保险结构

1.弹簧　2.低熔点金属棒　3.插头

发出声响讯号通知人们。常用的水开报鸣器有机械式和电喇叭式两种。

（一）机械式报鸣器　机械式报鸣器是利用玩具“叫子”的原理，在一个小的金属管中，有一不锈钢薄片制成的振动“声带”，如图141。将报鸣器装在壶嘴或壶盖上，当水开时大量水汽流经报鸣器，冲击“声带”发出叫声。

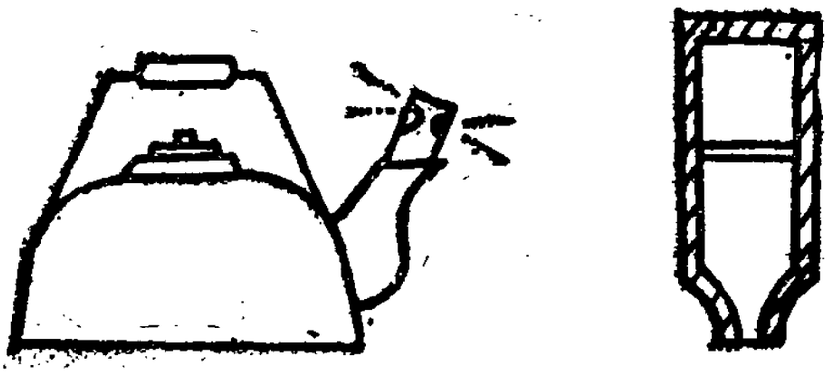
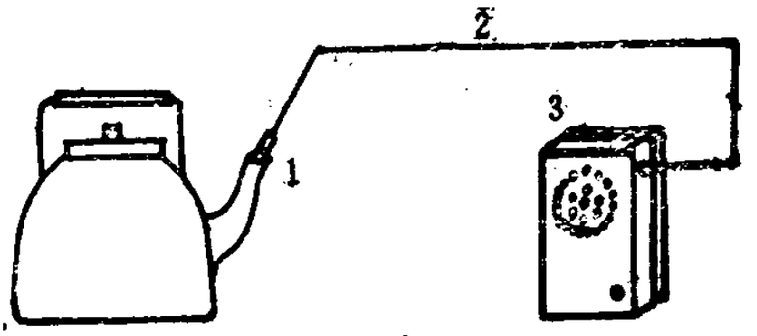
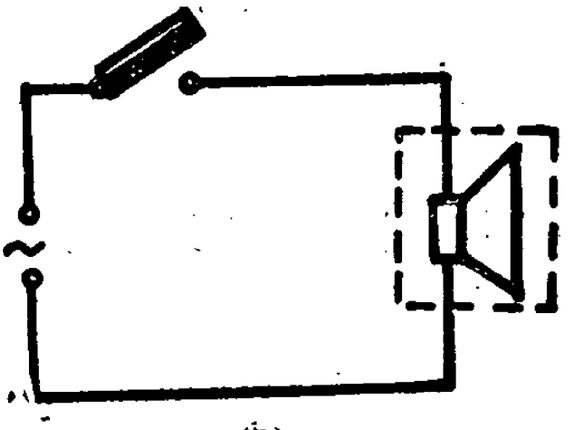


图141　机械式报鸣器

（二）电喇叭式报鸣器　利用热双金属片制成的感温磁头放置在壶嘴处，在电气线路上感温探头与电喇叭或蜂鸣器组成回路。水开时，蒸汽热使感温探头内热双金属片触头闭合，使报鸣器发出音响讯号，如图142所示。



(a)



(b)

图142　电喇叭式报鸣器

(a) 使用状态　(b) 电路

1.探头　2.导线　3.音响器

四、常用规格和主要技术要求

电水壶的规格以其水量来划分，常用规格见表54。

表54　电水壶规格

容量(l)	1		2		3	4	5
额定功率(W)	350	500	750	1000	1500	2000	2500

电水壶除了要满足一般电热电器性能和安全要求外，尚需满足下列两点要求：①非金属壶体应热效率≥92%；金属壶体应≥82%。②控温器的灵敏度在水沸腾后5分钟内能

可靠地动作，切断电源。

五、故障与维修

电水壶常见的故障与维修可参见本章第一、二节。

除此之外，电水壶有时发现水煮沸后，倒出来的水并不开。这一故障现象发生的原因主要是电热元件离壶底间隙太大，因为壶中电热元件置于水中，电热元件上面的水依靠水的对流得到温度平衡，能一起煮沸，而电热元件下面的水，只能依靠水的导热传热，水的导热性很差，往往电热元件上面的水沸腾了，而下面的水还处在温水状态。为消除这一故障，使电热元件发热部分尽可能接近壶底，一般热元件与壶底间隙不大于管状电热元件的直径。

六、电热水瓶

电热水瓶如图143所示。是在普通保温热水瓶基础上加装有电热元件和温控元件而形成的家用电热器具。

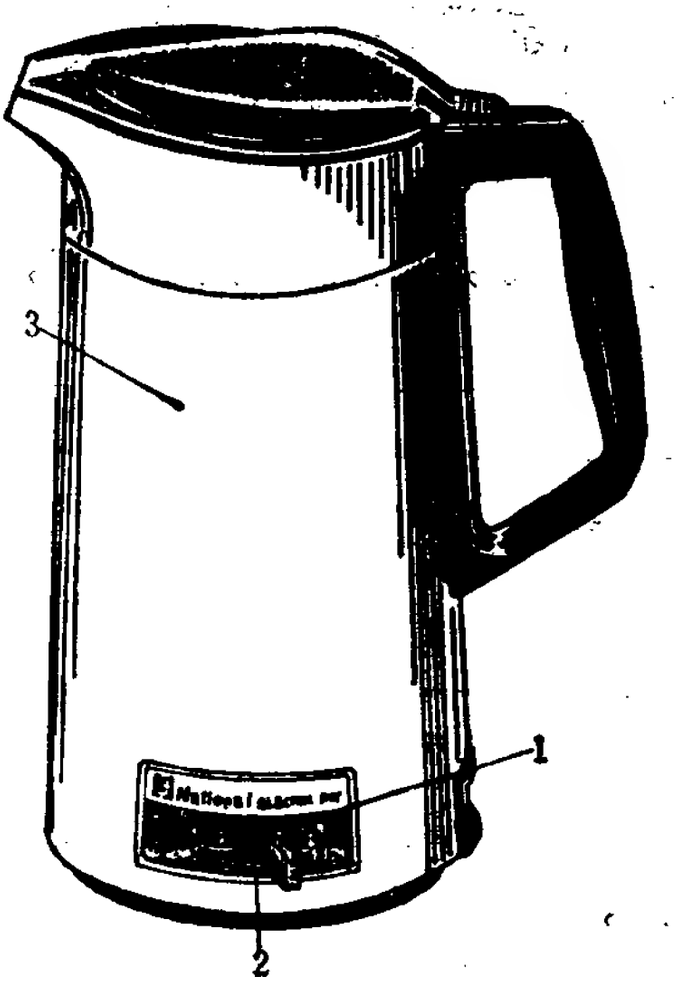


图143　电热水瓶

1.信号灯　2.温度调节　3.双层壳体结构

目前电热水瓶的外壳、内胆及保温层多用塑压件，造形新颖、美观大方，发热元件采用管状电热元件，利用双金属控温器可以进行调节恒定温度。温度调节范围在40—100℃中。水容量在0.8—2.5升中

有各种不同规格，功率在400—2000W范围内。开水倒出方式分有手动压缩式、电动气泵式和自然流动式3种。

电热水瓶不但能始终保持瓶内水的温度不会下降，而且还能烧水，用完开水后，只需加进冷水就可，2.2升的冷水约17分钟即可煮沸，而后电源自动转向低功率加热供给保温，此时仅需要很少的电能消耗就能保持水沸腾后处于的最高温度，因此使用既省力又方便。

第四节　自动沸水器

自动沸水器是流动式沸水器，它能自动补充冷水，自动投入沸水状态，又自动停止工作。使用时只要接通电路和水路，它就可以连续提供经过沸腾的开水。其沸水量决定于功率的大小，具体规格列于表55。

表55　自动沸水器规格

功率（kW）	1	3	6	10
沸水量（l/h）	14—15	42—45	85—90	140—150

自动沸水器适合于集体单位或饮水量较多的公共场所使用。

一、结构和工作原理

自动沸水器的一般结构如图56所示。冷水区的水位阀门与水源相通，始终保持冷水区设定的水位液面。冷水区与沸

腾腔之间有一连通管。沸腾腔是一容积很小的容器，里面装有沸腾用管状电热元件。打开储存室中上面装有液位继电器，下面装有保温用电热元件。工作时，沸腾腔内的水沸腾后冲出并落入开水储存室，而冷水区的冷水即通过连通管向沸腾腔进行补充。当开水储存室的液位上升到一定高度时，液位继电器动作而切断沸腾腔内电热元件的电源，此时保温电热元件即投入工作状态，保持水温在95 ± 5 ℃范围内。自动沸水器的电路见图145。

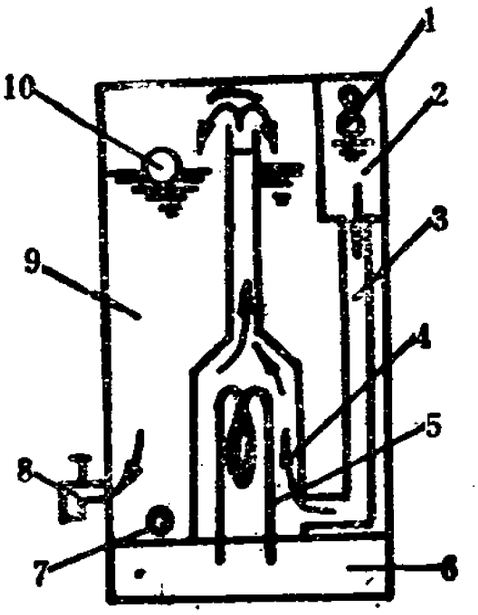


图144　自动沸水器

1.水位阀门　2.冷水区　3.连通管　4.沸腾腔　5.电热元件　6.控制室　7.热元件　8.开水阀门　9.开水储存器　10.液位继电器

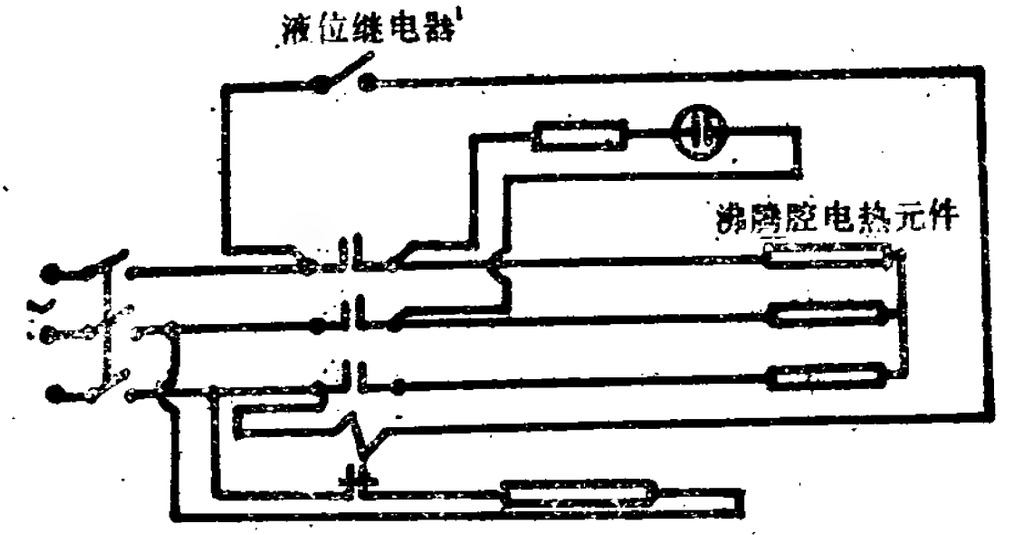


图145　自动沸水器线路

二、使用与维修

（一）使用　使用自动沸水器要注意下列几点：①进水

水源不可切断。②定期检查冷水区液位高度。③始终保持冷水区与沸腾腔之间及连通管畅通无阻。

（二）故障与维修 自动沸水器在使用中常见故障与维修方法列于表56。

表56 自动沸水器常见故障与维修方法

故障现象	产生原因	排除和维修方法
无开水出来	熔断丝断路	先检查有无短路处，排除短路后更换熔断丝
	沸腾电热元件损坏	更换
	接触器不动作	检查接触器线圈及逐级检查控制回路中接线是否脱落或接触不良，然后排除
供给的水不开	冷水区液位太高	调整冷水区液位阀门，使控制液位降低
	保温电热元件损坏	更换
有大量水蒸汽溢出，而供给的开水量不多	冷水区液位太低，沸腾的水跳不出沸腾腔	调整冷水区浮球阀门，以升高液位

（三）维修要领 维修调试安装须注意下列二点：①各容器焊接处和水路均需不得互相渗漏，因为这种渗漏在总装后使用中是不会发现的，而造成的结果往往会使生水未经沸腾而进入沸腾腔。这样就不符合饮水卫生要求。②冷水区的液位决定着沸腾腔的液位，调试时要调到最佳位置：即水沸腾后才有沸腾水出来，而水蒸汽尽可能地少。

第五节　电咖啡壶

电咖啡壶是利用电热自动烧水冲制咖啡的一种电热水器。由于咖啡饮料在制作中有其特殊要求，咖啡既忌煮又忌泡，需要冲制；否则咖啡油将在沸煮过程中全部挥发，而制的饮料中就失去咖啡香味和色泽标准。电咖啡壶则是根据这个特殊要求而专门设计的，它使用方便，能制出味道良好的咖啡来。

电咖啡壶按其结构和工作原理可分成渗滤式、滴漏式和真空式3种；按照其采用的电热元件的数量，则分为单热式和双热式两种。

一、渗滤式电咖啡壶

渗滤式电咖啡壶按照它使用电热元件的数量和控制方式，可分为单热式和双热自动式两种。

单热渗滤式电咖啡壶的容量多在1—1.5升之间，一次可煮8—10杯咖啡，消耗电功率在500—1000W左右。这种咖啡壶只有一个电热元件、一个保险丝或恒温器。它的优点是造价低廉，但使用者必须及时切断电源，使用不太方便，且常会发生损坏现象。

双热自动渗滤式咖啡壶带有两个电热元件：一个是高热元件，它的电阻值较小，消耗功率在500—1500W之间，另一个是低热元件，它的电阻值通常是10倍于高热元件，功率在25—100W之间。双热自动渗滤式咖啡壶容量在1—5升范围，大的咖啡壶一次可煮咖啡20杯以上，提取咖啡时只要

打开下面龙头即可，适用于商业性或需要供应咖啡较多的场合，其结构如图146所示。

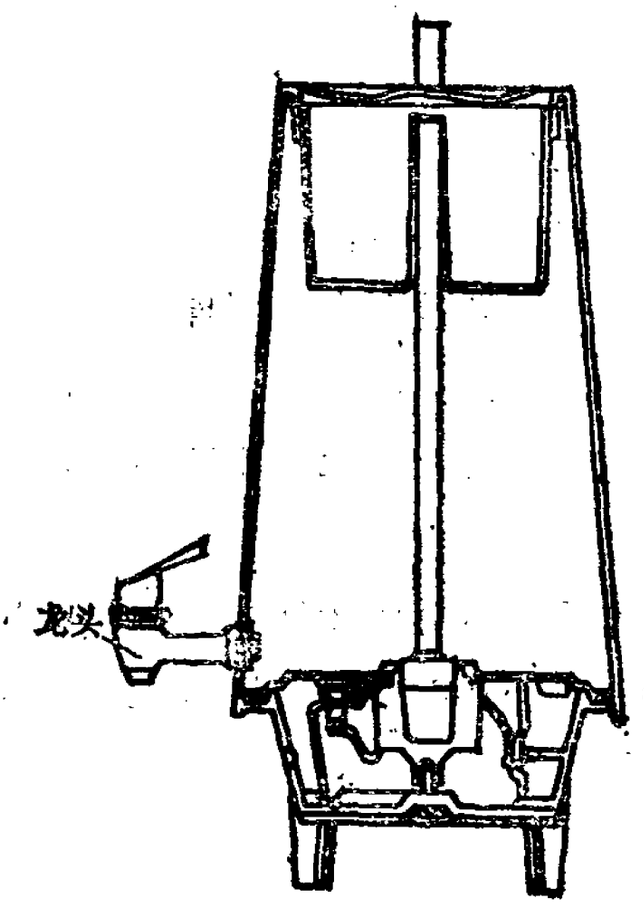


图146　带龙头的大容量渗滤式电咖啡壶

双热自动渗滤式咖啡壶恒温器触点重新闭合的温度远低于咖啡保温的温度，而很少有重复渗滤（即咖啡泡制完毕过一段时间又重新升到输水管上端）的现象。

（一）基本结构　渗滤式电咖啡壶的基本结构如图147所示。它主要由外壳、底座、电热元件、输水管和咖啡滤器等部分组成。从图中可以看出，有一个或两个电热元件装在壶的底座中；输水管的管座一般固定在壶底的凹坑里或凸台上，它的上端延伸并穿过滤器和分布板的中心。输水管和渗滤器均可从壶内取出。

（二）工作原理　当接通电源工作时，位于凹坑内的水被迅速加热至沸腾状态而冲入输水管，接着从管口冲出的沸水受到分布板的阻挡和分布变得平缓均匀落下，通过滤器中的咖啡颗粒，然后又返回到主容器里，如此往复循环，直到把咖啡渗透为止。

（三）电气线路　双热自动渗滤式咖啡壶的常用电路有

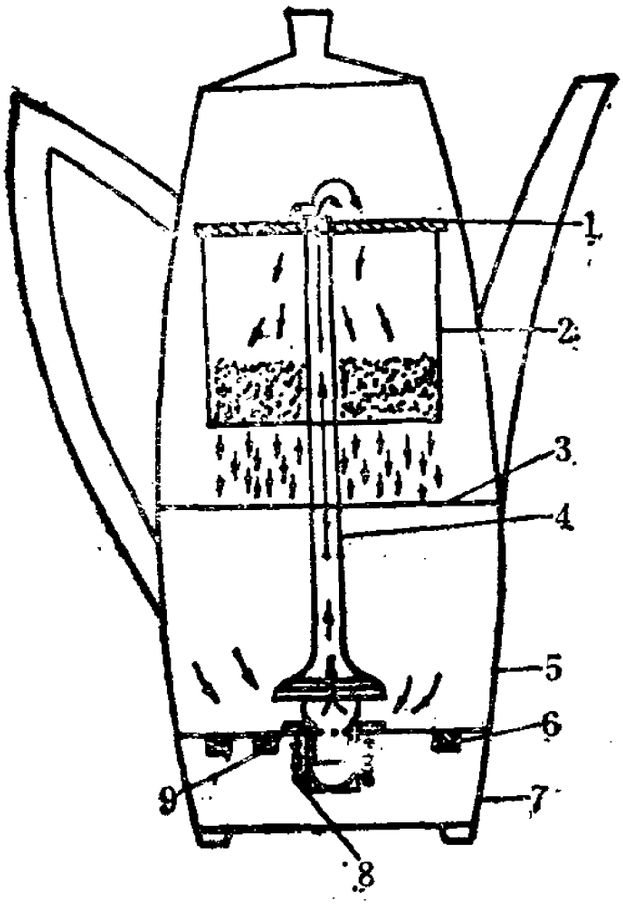


图147　渗滤式电咖啡壶的结构

1.分布极　2.滤器　3.液面　4.输水管　5.外壳　6.低热元件
7.底座　8.高热元件　9.低热元件

3种形式，如图148所示。在咖啡冲制完毕后由低热元件单独工作（或高低两电热元件协同工作），使冲制好的咖啡保持在75℃左右。大多数双热自动渗滤式咖啡壶还具有浓淡调节装置，可根据各人爱好预先加以调整。

二、滴漏式电咖啡壶

滴漏式电咖啡壶是近几年来国际上流行的一种结构。它的体积较大，功率一般在1000W以上；座架多用工程塑料模压成形。

（一）基本结构　滴漏式电咖啡壶的结构见图149。它主

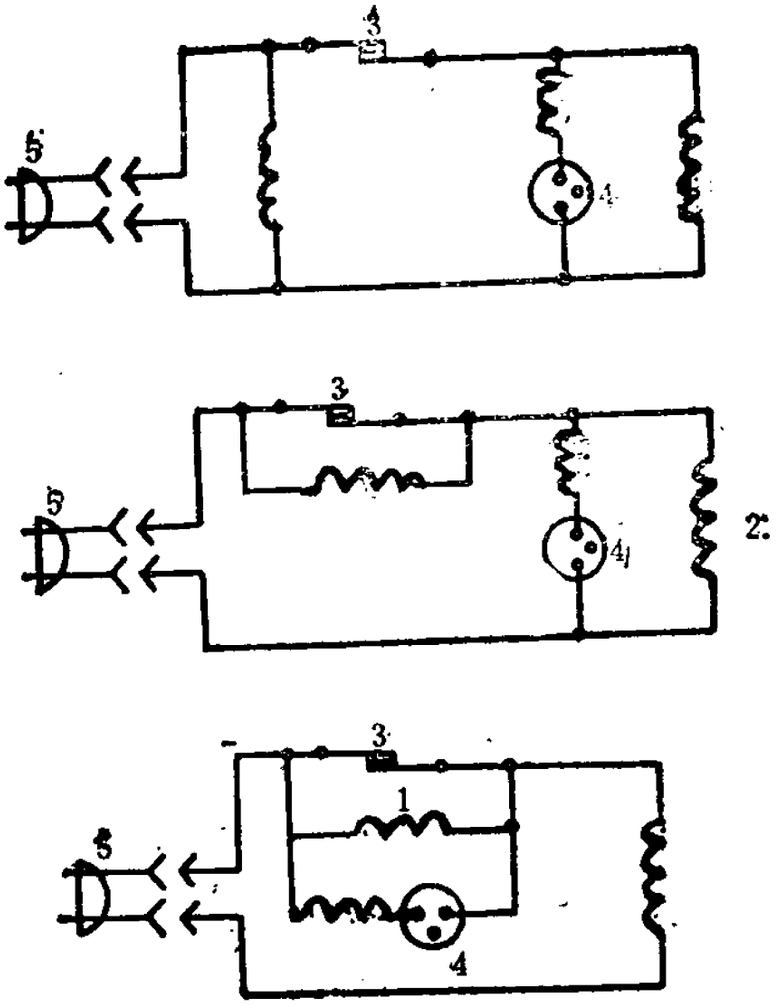


图148　双热自动渗滤式咖啡壶的常用电路

1.低热元件　2.高热元件　3.恒温器　4.指示灯

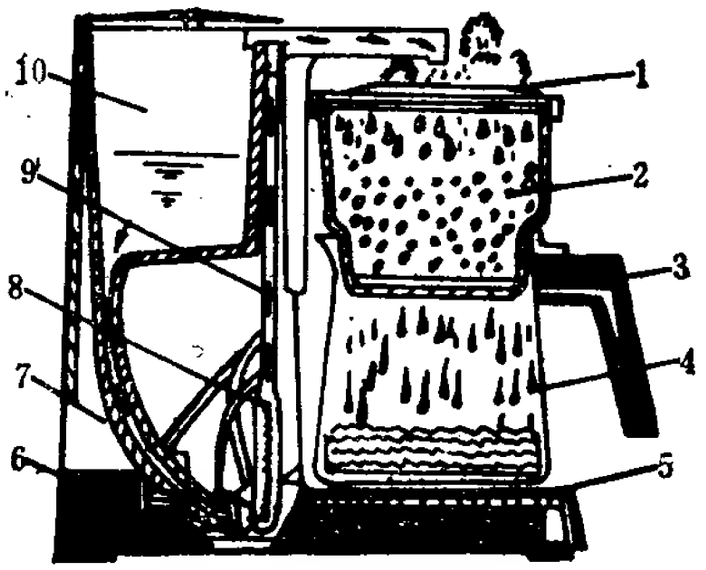


图149　滴漏式电咖啡壶

1.分布极　2.滤器　3.手柄　4.咖啡瓶　5.保温板　6.底座
7.座架　8.高温元件　9.输水管　10.储水罐

要由座架、滤器和咖啡瓶3部分组成。其中，底座包括有储水罐、输水管、电热元件、恒温器和指示灯等部件。滤器是一个盛放咖啡颗粒的漏斗状或水杯状容器，上端开口处有一块分布板，下端开口处放置一块玻璃或塑料滤板（有的是过滤纸）。咖啡瓶多为透明的玻璃容器，其上装有胶木手柄，瓶口与滤器下端紧密配合。

（二）工作原理 滴漏式电咖啡壶大都有高低温两个电热元件，当接通电源后，高温热元件迅速将由储水罐流下来的小部分水加热至沸腾，借蒸汽压依次把水推出输水管，流经分布板后均匀地滴入盛咖啡末的滤器里，然后流到咖啡瓶，制成饮用的咖啡。咖啡瓶底的保温板（低热元件）可使咖啡保持在75℃左右的温度。

滴漏式与渗滤式的区别在于：滴漏式为一次性冲制成咖啡饮料，不象渗滤式内的咖啡液经过往返循环，更能保证冲制出的咖啡饮料具有高质量。

三、真空式电咖啡壶

真空式电咖啡壶又叫做酿泡式电咖啡壶，用它冲制成的咖啡味道比用其它咖啡壶冲制的要浓一些，适合喜爱喝浓咖啡的人使用；但它的结构较复杂，发生故障的可能性也较多，所以使用不如以上两种形式方便和普及。

（一）基本结构 真空式电咖啡壶的结构见图150所示。它主要由上壶、下壶和底座3部分组成。上下多为玻璃容器，两者之间用硅橡胶密封圈封闭，在两壶的中心贯穿有一根输水管。电气件和控制机构均装在底座里。

（二）工作原理 真空式电咖啡壶是利用上下壶之间的

蒸汽压差来工作的。当接通电源后，电热元件将下壶的水煮开，蒸汽将水沿输水管压至上壶，泡浸上壶中的咖啡末。当下壶的水完全升离之后，恒温器自行切断电源。随着温度的下降，下壶压力则大大低于上壶，使上壶内冲制好的咖啡液又压回到下壶，成为浓郁的饮用咖啡。

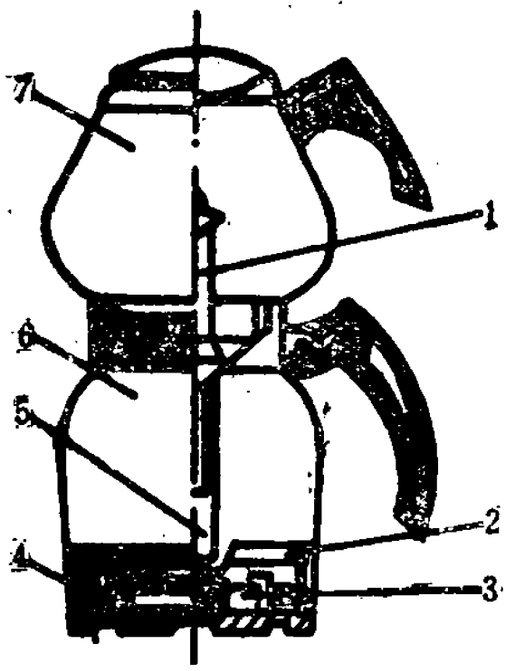


图150　真空式电咖啡壶

1.滤罩　2.电热元件　3.恒温器
4.底座　5.输水管　6.下壶　7.上壶

四、使用与维修

（一）使用　使用电咖啡壶时需要注意在加水时应考虑到咖啡末本身的吸水量，要按额定的加水量加水。过少则不容易冲出输水管；过多又容易浸没咖啡。在清洗咖啡壶时，要避免水溅到电气部分。

（二）故障与维修　渗滤式电咖啡壶的常见故障和处理方法见表57；滴漏式电咖啡壶的常见故障和处理方法见表58；真空式电咖啡壶的常见故障和处理方法见表59。

表57　渗漏式电咖啡壶常见故障和处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
不能加热	电源线断路或内接线要断、松脱	修理或更换
	恒温器触点不能闭合或接触不良	调整触点间距离，或更换
	电热元件断路	更换电热元件

（续）

故障现象	产生原因	处理方法
可加热、但不能渗滤	恒温器损坏	更换
	水太少	补加水
	输水管堵塞或损坏	清洁或更换输水管
渗滤断续不定	恒温器触点接触不良	更换恒温器
	低温元件损坏（仅指双热式串联线路）	更换低热元件
渗滤持续不停	恒温器短路或失调	排除短路或更换
	低热元件短路	
漏电	电气绝缘损坏	检查损坏处修复
	壶体泄漏	修补泄漏或更换
咖啡味淡	恒温器失调	调整恒温器
	分布器堵塞	清洁分布器

表58　滴漏式电咖啡壶常见故障和处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
无热水输出	电源线断路	接通断线处
	恒温器损坏	更换恒温器
	高热元件断路	更换
	输水管堵塞	清洁输水管
热水输出断续不定	恒温器触点接触不良	清洁触点或更换恒温器
	电热元件损坏	更换

（续）

故障现象	产生原因	处理方法
输出热水后指示灯仍不熄灭	恒温器损坏	更换
保温板不热	低热元件断路	更换低热元件
咖啡液混浊	过滤片或滤纸穿孔	更换
咖啡味淡	分布板堵塞	清洁分布板
	恒温器损坏	更换

表59 真空式电咖啡壶常见故障和处理方法

故障现象	产生原因	处理方法
不能发热	电源线断路	接通断线处或更换
	电热元件断路	更换电热元件
	恒温器损坏	更换
	控制杆变形	修理控制杆
下壶的水不能送到上壶	恒温器触点接触不良	清洁或更换恒温器
	磁力开关失灵（仅指双热式）	检修控制杆升盘装置和磁力开关
冲好的咖啡不能压回下壶	磁力开关失灵（仅指双热式）	检修或更换
	上壶有破损	修补或更换
	恒温器失调或损坏	调整或更换恒温器
下壶的水只能部分送到上壶	升盘装置失灵	修理或更换
	密封圈损坏	更换
	下壶有裂缝	修补或更换下壶
保温温度过低	恒温器失调或损坏	调整或更换恒温器

第十一章　电取暖器具

电取暖器是电流流经电阻发热后，将电能转变成热能，热能再以一定的热交换面，通过一定的介质（如空气、油、水、物等），以一定的方式（如对流、辐射、传导热等）达到人们取暖的目的。它们具有：使用方便，能迅速发热投入工作，便于室温精确控制；安全可靠，不会发生空气中缺氧或煤气中毒等不安全因素；清洁卫生无污染；热效率高等优点。

第一节　电取暖分类

按照电取暖器具对人体传送热量的形式不同，分为间接取暖和直接取暖两大类型。

一、间接取暖

间接取暖系将电能转换成热能后通过其它介质向人们传送热量，而取暖器具不与人体直接接触。此类电取暖器具按其不同的传热方式，又可分为两种型式：

（一）自然对流式　利用冷热空气的自然对流，以提高人们活动场所的气温来取暖。例如电暖器、电热水汀、电散热片等产品；

（二）热体辐射式　利用发热体热能的辐射、反射等作

用使热量集中于一个局部空间使人们取暖。如反射式取暖器、红外线电暖炉等产品。

二、直接取暖

当电能变成热能后利用热传导作用使人们取暖，取暖的人或物直接与电取暖器具相接触，且只有接触的部位才能取暖。此类电暖器具按与人体接触的部位或功能分成各种不同的产品。如暖手筒、电热褥、电热被、电热垫、电热鞋、电热衣等电热织物类取暖器具。

第二节 电暖器

电暖器可供家庭、医院、实验室等室内取暖用。它的结构型式有裸露式、罩壳式、辐射式及散热片式四种。

一、裸露式电暖器

裸露式电暖器俗称取暖电炉，其结构如图151。裸露的电热丝分布在带有凹槽的瓷板中。器具下部装有四位式功率调节开关和电源指示灯。取暖时，依靠裸露的电热丝直接辐射热量与通过空气自然对流传热相结合的方式进行取暖。这种电暖器的优点是热惯性小，结构简单，维修方便，价格较低，适合在环境比较干燥和房间较宽大，而在电暖器四周不致有堆积物阻挡的场合下使用。其缺点是：裸露的电热丝在通电工作时表面处于带电和高温状态，切忌有金属导电物体或易燃物体与其接触；在湿度较大的环境中绝缘较差。这种电暖器不适用于家庭内浴室及易沾到水的场所和有小孩的地方；也不适用如冲洗暗房、X光室等场合。

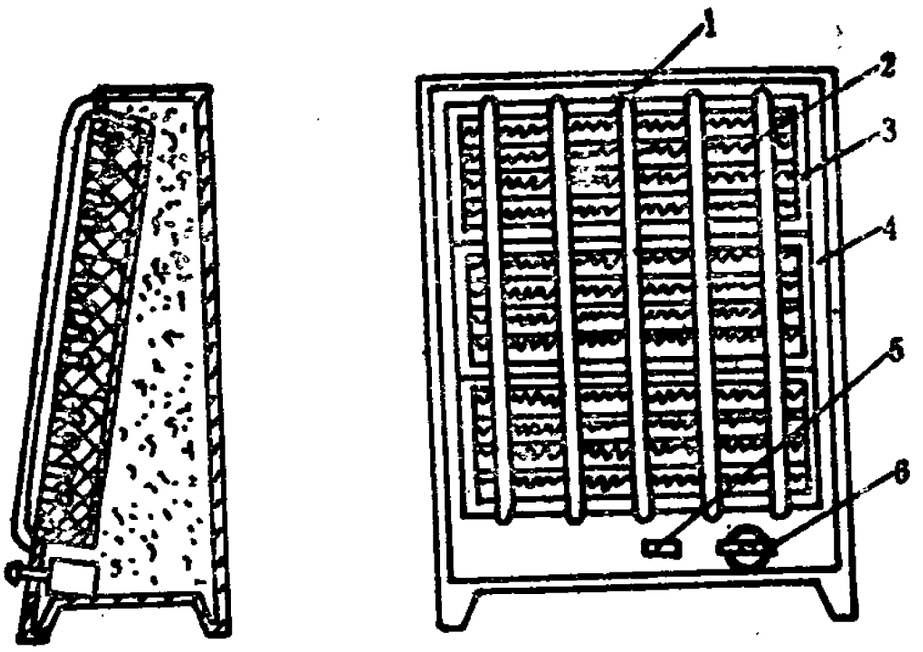


图151　裸露式电暖器

1.防护条　2.电热丝　3.瓷板　4.外壳　5.指示灯　6.功率调节开关

二、罩壳式电暖器

罩壳式电暖器采用金属管状电热元件作发热件，以自然对流为主要热交换型式。它的结构如图152所示。外壳是用带有许多对流孔的金属薄板冲压成形，电热管与外壳间具有一层绝缘，组成了双重绝缘结构。

罩壳式电暖器的最大优点是安全性能高，适宜于家庭浴室、医院、船舶，以及在场地较小、湿度较大的环境中应用。其系列规格列于表60。

三、辐射式电暖器

辐射式电暖器又称为红外线电取暖器。由石英辐射管电热元件作发热体，以辐射传热为主要热交换方式，其结构如图153。一台辐射式电暖器一般装有1～3支石英辐射管状电热元件，利用功率调节开关使这些元件进行不同的组合投入工作状态。

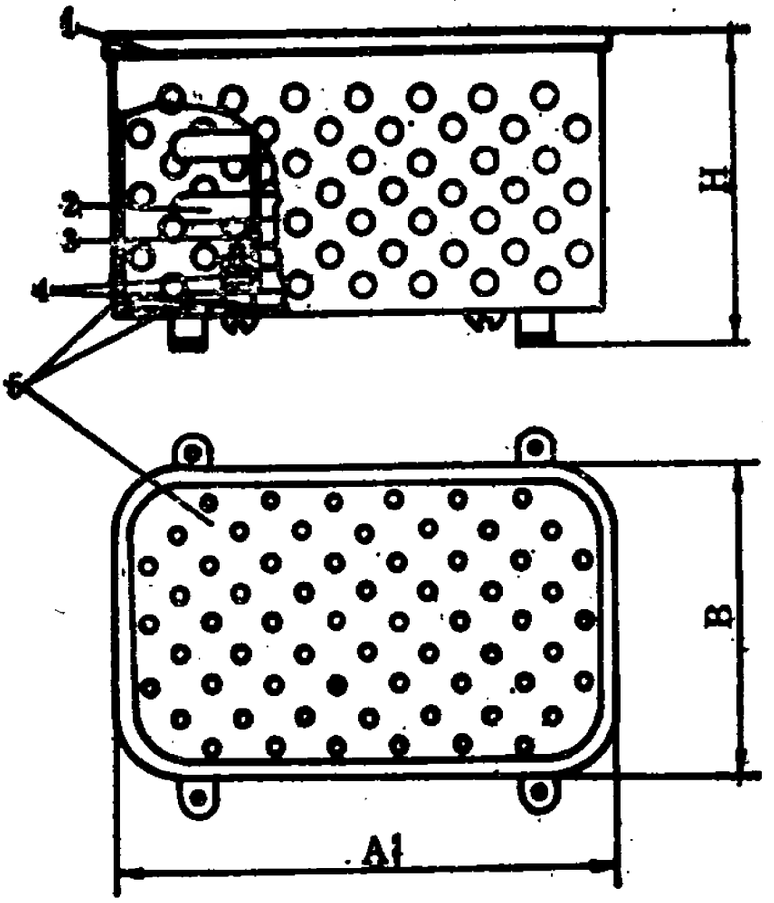


图152　罩壳式电暖器

1.装饰圈　2.电热管　3.支架　4.绝缘件　5.罩壳

表60　罩壳式电暖器规格

功率（W）	电热元件数	单支热元件参数		外形尺寸（mm）		
		电压（V）	功率（W）	A	B	H
500	2	110	250	300	200	130
1000	4	110	250	300	200	230
1500	3	220	500	370	250	190
2000	3	220	666	370	250	260
3000	3	220	1000	370	250	300

辐射式电暖器的优点是：外形美观，热惯性小，耐湿性好，电气安全性高。带有反射板的辐射式电暖器使热量集

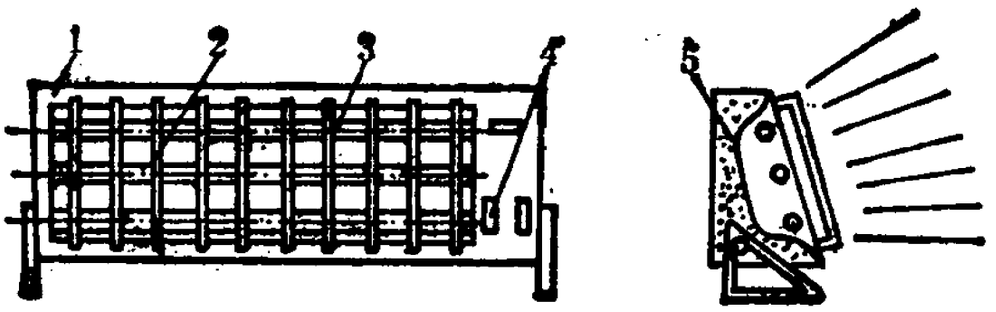


图153　辐射式电暖器

1.外壳　2.防护条　3.辐射石英管电热元件　4.功率调节开关　5.反射板

中，热感应快。因此适用于局部空间加热和取暖，如对家庭浴室的加热、室内单人取暖等。它的缺点是：石英管机械强度较金属管低，特别是抗冲击力差，在受到外物撞击时易碎，所以一般在外壳上设有防护栅。此外，因是以辐射形式传热，所以也不适合在冲洗暗房中使用。辐射式电暖器的规格列于表61。

表61　辐射式电暖器规格

电　压 (V)	总功率 (W)	功率调节分档 (W)	热元件支数	石英管尺寸直径×长度(mm)
220	500	0；500	1	φ12×250
220	1000	0；500；1000	2	φ12×250
220	2000	0；1000；2000	4	φ12×250
220	3000	0；1000；2000；3000	3	φ14×400
220	4000	0；1000；2000；4000	4	φ14×400

四、散热式电暖器

散热式电暖器又称为电热水汀。是以自然对流加热为主

要热交换形式的一种电暖器。它的结构有两种型式：一种是以金属薄板套压在电热管上，如图154。另一种是将电热元件安装在带有许多散热筋的腔体中，如图155。这两种都是

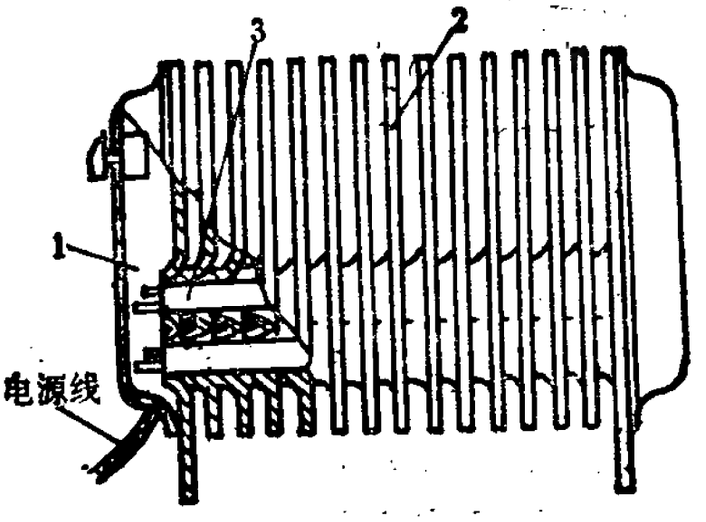


图154　散热片式电暖器

1.接线盒　2.金属薄板散热片　3.电热管

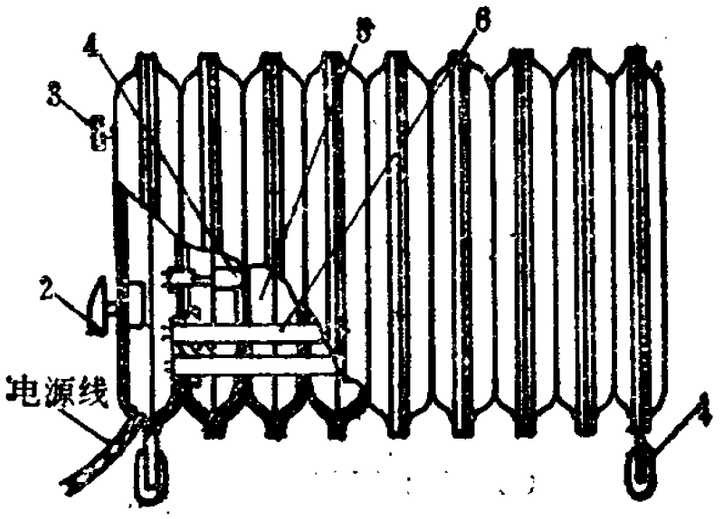


图155　具有腔体的散热式电暖器

1.小轮　2.功率转换开关　3.温度调节旋钮　4.温控元件
5.带有散热片的腔体　6.电热元件

由于有大面积的散热片，使电热元件表面的散热效果显著提高，同时也增进了自然对流的换热效果。在具有腔体的散热

式电暖器腔内还常常加注水、导热油等传热较好的液体，以便进一步提高其热传导性。

在散热式电暖器上一般都装有可调节的双金属控温器，以便控制室内的取暖温度或控制腔体内的介质温度。有的散热式电暖器还带有4只小轮，便于更动安放位置。

散热式电暖器最大的优点是安全可靠，散热面大，表面温度低（一般在120℃以下），热安全性好，适用于人多拥挤的地方或人们易接触电暖器的场所，如卧室、走道等处；特别是当腔体内注有水为传热介质时，对冲洗暗房、X光室等都可适用。其缺点是热惯性大，升温和降温均较慢。散热式电暖器的常用产品规格如表62所列。

表62 散热式电暖器常用规格

分　　类	功　　率（W）	电压(V)
带金属薄板散热方式	0、1500	220
腔体注油的散热方式	0、800、1200、2000	220
腔体注水的散热方式	0、750、1500、3000	220

五、储热式电暖器

储热式电暖器是一种可储存热量的取暖装置。它主要由电热元件、控制元件、储热材料及隔热材料等部分组成，如图156所示。储热材料一般采用耐火砖，隔热层多为石棉纤维或硅酸铝纤维。储热式电暖器的外壳多用金属制成，也有用木材或塑料的。由于它内藏储热材料，因而体积较大，

一般在800×400×800mm³以上。

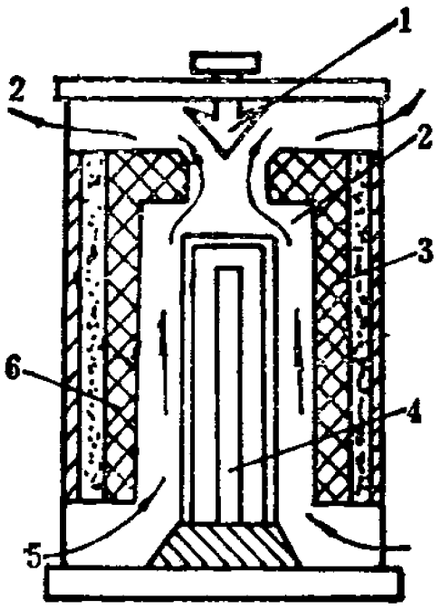


图156　储热式电暖器

1.节气阀 2.暖风 3.风道 4.电热元件 5.冷空气 6.储热材料

储热式电暖器的特点是可以利用空间电能，其储热和用热时间可以分开，当储热而不用热时可以关闭节气阀。

储热式电暖器的电气线路分为深夜通电储热白天使用热和白昼通电储热夜间用热两种工作状态的转换，由一个定时开关进行控制。它的过热保护装置由恒温器和熔断丝两部分组成，恒温器能自动动作，以阻止电暖器继续升温；若恒温器失灵，则熔断丝会因过热熔断而切断电源。

表63　电暖器常见故障与维修

故障现象	产生原因	维　修　方　法
不能发热	电源引线断路	接好或更换电源引线
	电热元件损坏	更换电热元件
	保险丝烧断或脱落	更换保险丝
温升缓慢	节气阀没有打开	打开排气阀
	反射板积污垢或尘土	清洁反射板
	恒温器失灵或失调	检查触点，排除触点熔结和烧毛现象，调整调节螺钉
自身过热	进气口或排气口堵塞	清除进气口和排气口异物
	恒温器失调	排除触头间短接不能分离现象
	保险丝失效	更换符合规格的保险丝

六、电暖器的常见故障与维修

各种电暖器在使用中的常见故障与维修方法见表63。

第三节　热 风 器

热风器又称为暖风器或温风器，是吹风式的电取暖器具。利用风机鼓动空气流经电热元件，以强迫对流为其主要热交换形式。它具有使用方便、结构简单、安全性好等优点。当关掉电加热部分，它还可作为一般吹风机使用。常用的热风器结构形式有离心式、轴流式、电扇式、涡轮式和储热式5种。

一、离心式热风器

离心式热风器的结构见图157，当带有离心式风叶的微

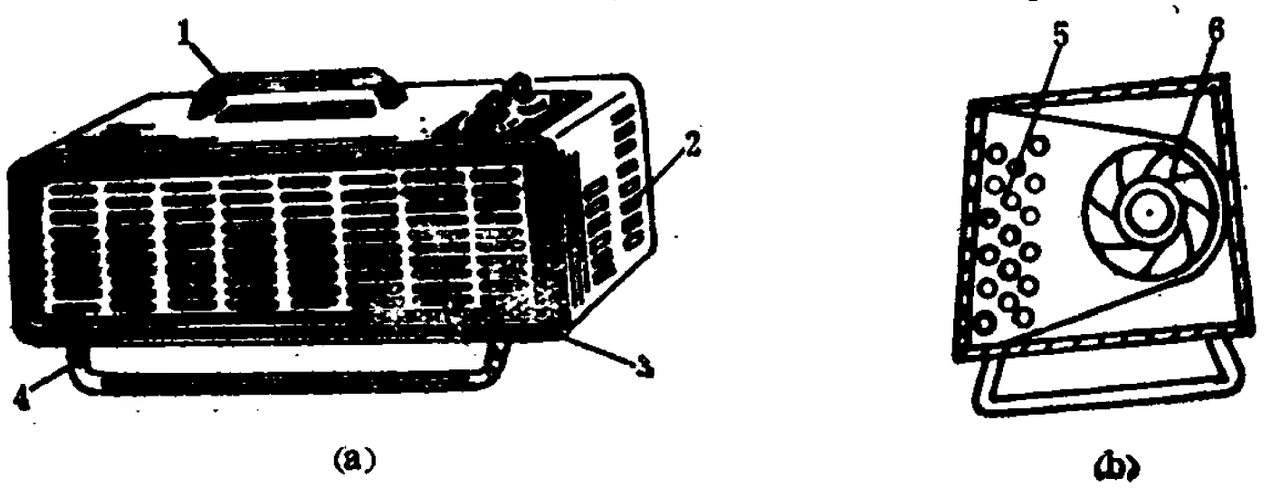


图157　离心式热风器

(a) 外形　(b) 结构

1.提手　2.空气进口　3.空气出口　4.可以改变角度的支架
5.电热丝　6.离心风叶

型风机工作时，将室内的冷空气吸进流经电热元件后，成为暖风而吹去，所用的电热元件常为裸露的螺旋形电热丝和管状电热元件两种，开机时电热元件和风机同时进入工作状

态。

这种热风器的出风口温度分为高低二档，由功率调节开关调节。有的在外壳上装有自动控温调节旋钮，控温器一般安装在进风口处，从而控制室内温度。热风器下面带有可改变角度的支架。这种热风器小巧美观，适合于家庭和办公室使用。常用的离心式热风器规格见表64。

表64 离心式热风器规格

电压(V)	功率(W)	功率分档（W）	风机功率(W)	风 量(m^3/min)	外形尺寸(mm)
220	1000	0、500、1000	15	1.5	200×100×200
220	2000	0、500、1000、2000	25	2	250×120×200
220	4000	0、1000、2000、4000	35	4	300×135×200

二、轴流式热风器

图158为轴流式热风器结构简图。当带有轴流式风叶的风机工作时，将冷空气从后面进风口吸入，流经管状电热元件后加热成暖风，从前面出风口吹出，出风口处装有防护栅。发热量由功率开关调节。风机功率一般在25—40 W之间，风量在2 — 6 m^3/min。

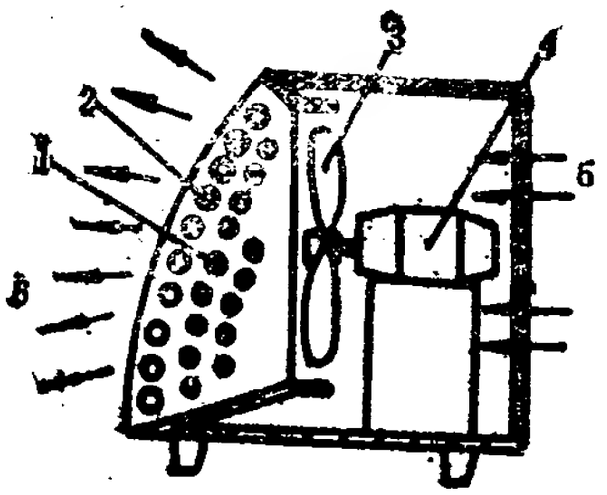


图158 轴流式热风器

1.电热管 2.防护栅 3.轴流式风叶 4.风机 5.进风口 6.出风口

这种热风器的特点是送风柔和，供暖范围广。有的轴流式热风器还带有反射板和摇摆机构，可在90°范围内向不同方向吹送暖风。

三、电扇式热风器

其外形如同普通落地电扇，见图159。电扇的前罩是由根细的管状电热元件制成，它专门有一档开关来控制电热元件的工作。当电热元件投入工作状态时，风扇即送出低速的暖风；当电热元件不投入工作状态时，可如同普通电扇一样吹出室温的凉风。

电扇式热风器具有安全可靠，美观大方，冷热两用等优点，适合于家庭、宾馆、会客室、办公室等场所使用。

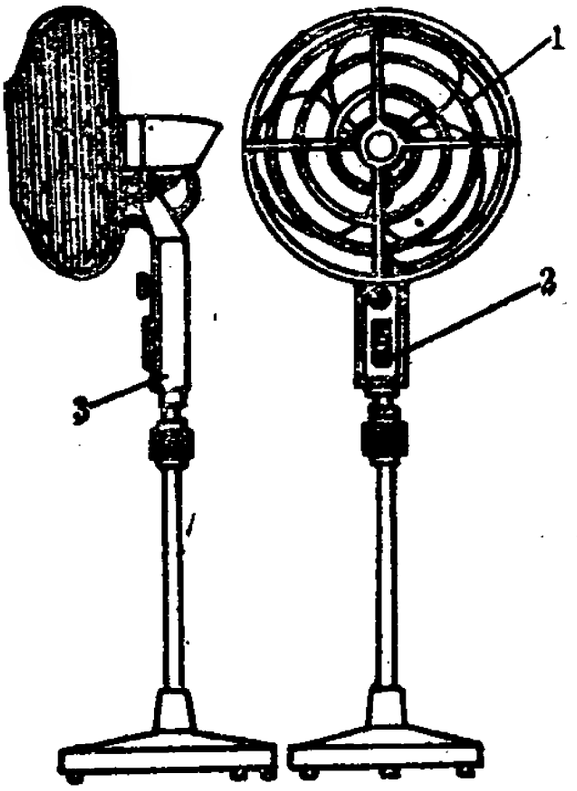


图159　电扇式热风器

1.热元件　2.热风开关
3.内装超小型大功率断电器

四、涡轮式薄型热风器

涡轮式薄型热风器结构如图160所示。它主要由壳体、

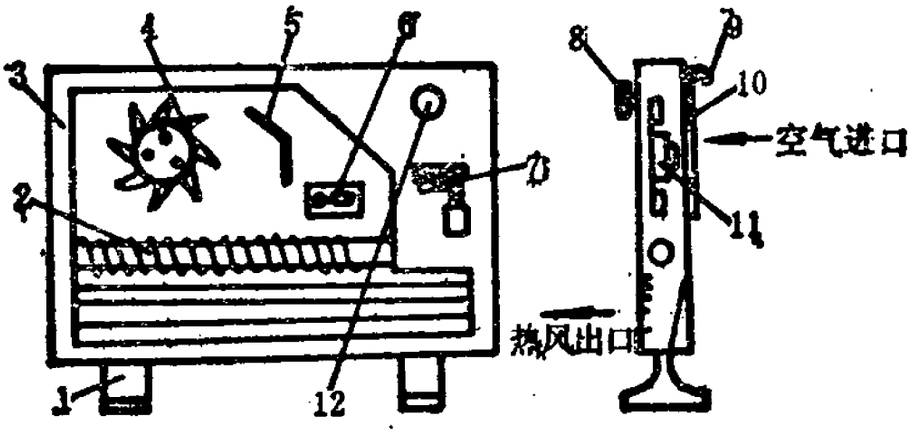


图160　涡轮式薄型热风器

1.支架　2.电热元件　3.壳体　4.涡轮式风叶　5.风向板
6.限温器回复按钮　7.振子摇摆开关　8.功率调节开关　9.挂勾
10.过滤器　11.扁平电机　12.温度保险丝

风机、电热元件、过滤器、安全装置等部件组成。风机由一台扁平电动机带动涡轮风叶进行工作，把空气从吸气口通过滤尘器吸进，经电热元件加热后由前侧的出风口吹出。电机厚度仅有27mm，风机转子端部装有磁化环，使安装间隙尽量缩小，并具有油循环系统，使寿命延长。

电热元件系采用裸露电热丝缠绕在云母骨架上，每个600W，一般同时使用2—3个，由功率调节开关进行单接和串并联控制，其热惯性较小。

涡轮式薄型热风器因为造型扁薄，其稳定性较差，因此在其内部装有保险安全装置——振子摇摆开关。振子摇摆开关的作用是当热风器发生倾斜后将自动切断电路，以防意外事故的发生。振子摇摆开关的结构见图161。在正常工作下，

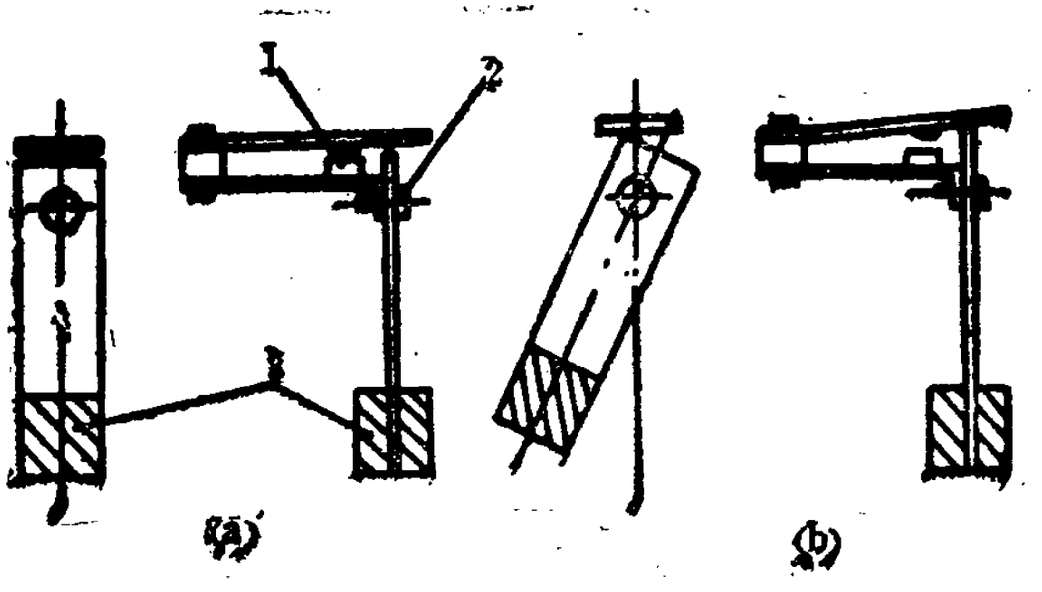


图161　振子摇摆开关

(a) 触头闭合　(b) 触头分开

1.触头　2.振子支点　3.砝码

振子摇摆开关的触头处于闭合状态。当热风器倾斜欲倒时，由于砝码自重而引起围绕振子支点的旋转，使触点分开切断

电路。断开的动作角度直接与热风器的倾斜角度有关，一般为30°—60°。

热风器内还装有限温器和温度保险丝，当热风出口或空气进口被阻时，热风器内温度升高使限温器动作而切断电路。限温器自己不能回复，需要人工排除进口或出口的故障后手动复位。若限温器失灵，则温度保险丝起作用熔断，以防温度过高而烧毁机件。热风器壳体下面装有可拆卸的支架，当挂在墙上使用时可以拆除。

五、储热式热风器

储热式热风器的结构参见图162。它与储热式电暖器相似，不同的是在进风口处装有送风机，可将风道内的热空气强行吹出。另外，排气口处设有自动调温装置，在顶部还有一个盛水的蒸发盘。储热式热风器也有深夜储热与白昼储热两种接线变换装置，与储热式电暖器相同。

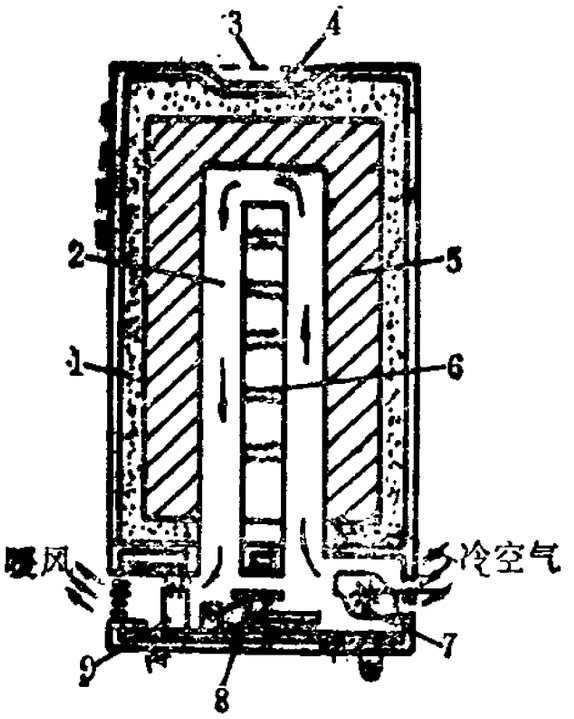


图162　储热式热风器

1.隔热材料　2.风道　3.蒸发盘　4.水
5.储热材料　6.电热元件　7.送风机
8.自动节气阀　9.辅助发热元件

六、热风器的常见故障与维修

各种热风器的常见故障及其维修方法见表65。

表65 热风器常见故障和维修

故障现象	产生原因	维修方法
无风	电气线路断路	检查线路接头，拧紧螺钉
	电机损坏	重绕电机绕组，或更换电机
	风叶被卡死或风叶与轴脱位	拆下风叶，整形后重装，上紧风叶与轴间螺钉
不能发热	电源引线断路	检查接插件，清除氧化层，拧紧接点螺钉
	电热元件断路	短接断路处或更换电热元件
	保险丝烧断或脱落	更换保险丝
温升缓慢	风机叶片变形	拆下风叶整形
	排气阀没有打开	打开排气阀，排除阻碍物
	限温器失调	重新调整限温器调整螺钉
自身过热	进气口或排气口堵塞	清除进、排气口异物
	限温器触头熔结	分开触头磨光表面，调整触头间间隙
	保险丝失效	更换合符规格的保险丝

第四节 电热织物

电热织物是一种以柔软的纺织品为外表、供人们直接接触取暖的电热器具，如电热毯、电热被、电热衣等，又称为电褥类产品。它除用作家庭内取暖外，还可用于饭店、宾馆以及疗养院、医院作为医疗保健设施。电热织物可用来对人体去湿、热敷、进行理疗，以及对慢性关节炎、肾炎、风湿

症、陈旧性腰腿病等都具有一定的理疗作用，适宜于年老、体弱者、产妇和边远高寒、多雨潮湿地区使用。

一、型式分类

电热织物的分类常用的有3种：

（1）以电热元件结构分为简易型和电热带型两种型式。简易型一般用漆包线或耐热聚氯乙烯铜软线作为发热体；电热带以康铜丝或镍铬丝为芯线外包有绝缘层的电热带作发热体。

（2）以控制方式的不同分有非控制型、控温型、低压调压型和电子控制型4种。

（3）按用途或给人使用取暖部位的不同分有：电褥子、电被、电热毯、电热垫、健身垫、电暖鞋、电热衣、电暖裤、电热睡袋、暖手筒等。

各种类型的电热织物，按其面积大小和功率分为若干规格。电热织物的额定功率与其有效散热面积见表66。表中有效散热面积是指单位发热面计算。

表66　常用电热织物规格

额定功率(W)	20	30	40	50	60	70	80	100	140
有效散热面积不小于（m^2）	0.15	0.25	0.35	0.55	0.75	0.95	1.15	1.5	2.5

二、结构与品种

电热线的结构与品种较多，常用的有下列5种：

（一）电热毯　电热毯为最普及的电热织物，其结构如图163所示。在底料上缝有若干条纱带，电热线串在纱带与

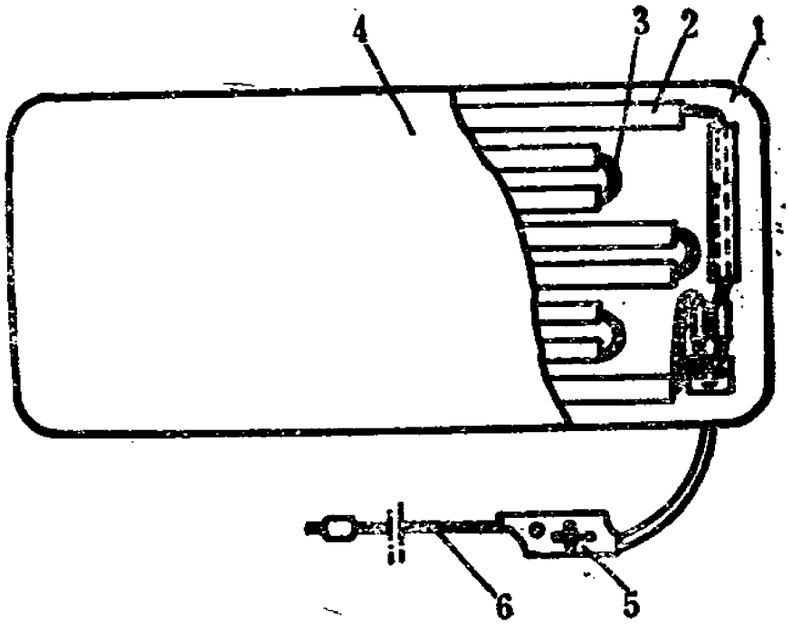


图163　电热毯结构简图

1.底料　2.纱带　3.电热线　4.面料　5.控制盒　6.电源线

底料之间，底料与面料间四周缝合，电源线通过控制盒与电热线相通。

（二）电热套　其基本结构与一般电热织物相似，不同的是其形状做成两头有弹性的套子，用来套在手或脚上，供取暖或理疗之用，又称为暖手筒或电脚套，如图164所示。

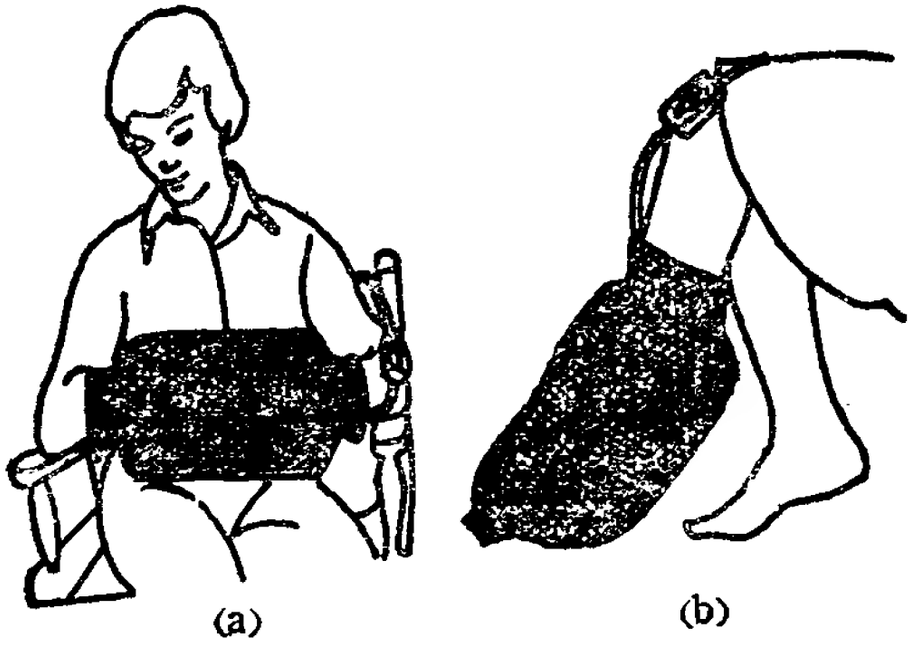


图164　电热套

（a）暖手　（b）暖脚

（三）电热衣 适合北方寒冷季节或室外岗哨所使用。电热衣由电热元件和衣服两部分组成。电热元件分为5个加热块：前襟两块、衣袖两块、背部一块，五块电热元件在电气上串联成为一个整体。见图165。一般功率在30—50 W之

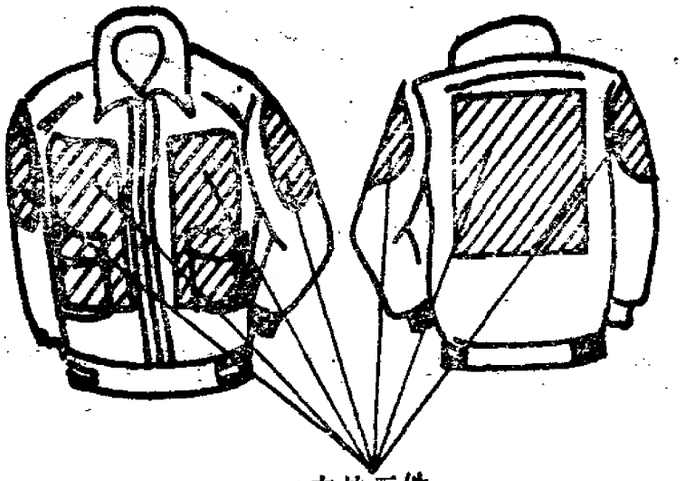


图165 电热衣

间。电热元件与电线走线均不设置在人体经常弯曲、折动的地方（如手臂弯肘处）。

（四）电热垫 电热垫是一种耐热橡胶层间固定带状电热元件，外面再用软布套套住的一个电取暖器具，如图166所示。其功率为30—50W之间，可以用来加热人体各个部位，也可用来作为座垫，或放在棉被中取暖。

（五）电拖鞋 用双层金属片制成，形似拖鞋，夹层内装有电热线带状电热元件，或装有PTC半导体电热元件，同时在夹层内装有恒温装置，其外表再加松软的布料套子，见图167所示。一般功率在15—35W之间，使用时将电源分别接入每只拖鞋。

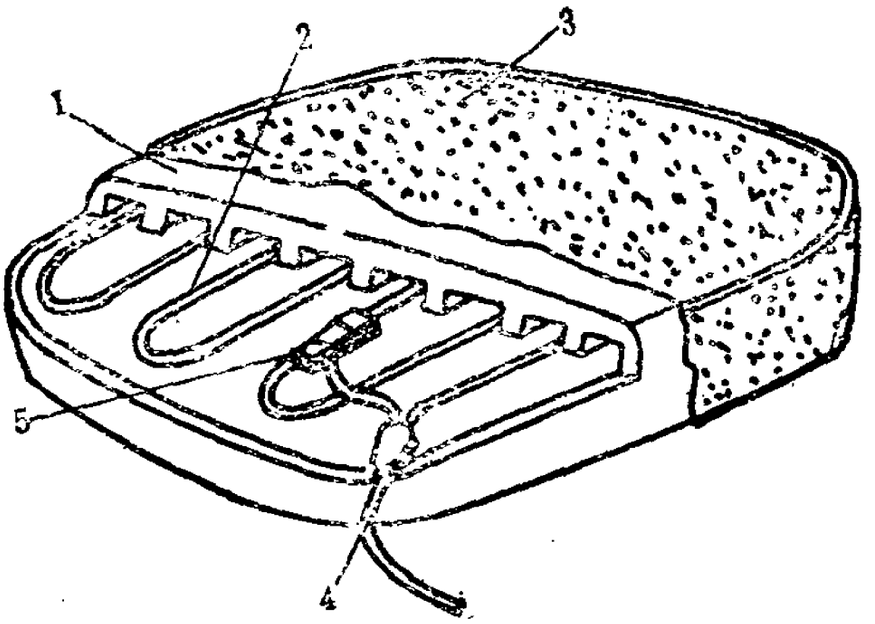


图166　电热垫

1.胶垫　2.电热元件　3.布套　4.电源线　5.恒温器

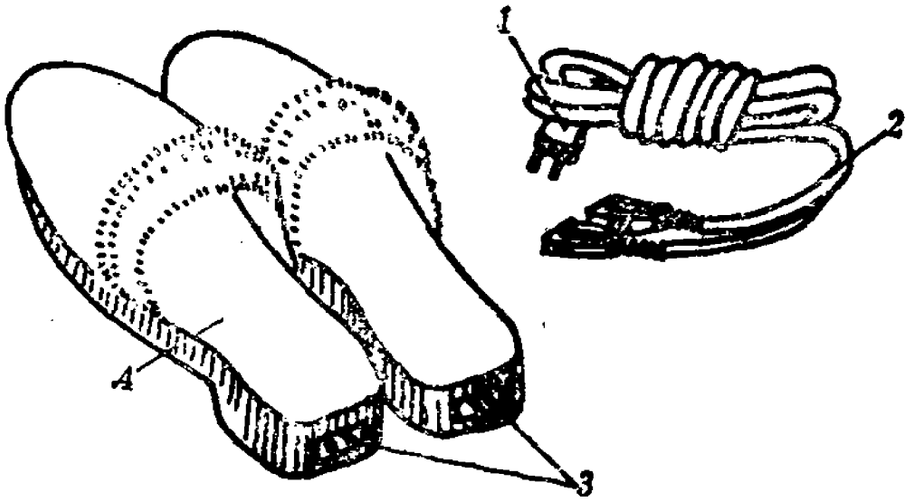


图167　电拖鞋

1.插头　2.电源线　3.电源插座　4.电拖鞋

三、关键零部件

（一）电热线　目前市场上电热织物中所用电热线常用的结构如图168所示。电热扁丝螺旋状地缠绕在第一绝缘层上，电热线通电工作时电热扁丝发热，依靠第二绝缘层传导

出热量，同时电气绝缘保护，第二绝缘层耐温度比第一绝缘层高，同时第二绝缘层比第一绝缘层对外散热条件好，即正常工作时工作温度第二绝缘层比第一绝缘层低，此时两层绝缘层均起到绝缘保护作用；当在不正常工作时，或局部故障过热时，第一绝缘层比第二绝缘层先失去绝缘性能，此时电热扁丝上的电压和电流有一部分泄漏通过第一绝缘层而进入到铜芯线上，而铜芯线将这一泄漏电流传递到控制盒的熔断丝，使熔断丝动作，切断电路，停止加热，此时第二绝缘层能仍完好无缺，对使用者能在故障发生情况下安全无误。因此这种电热线结构又称为安全电热线。

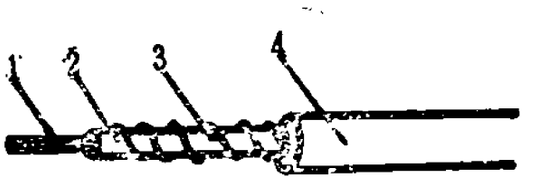


图168　电热线结构

1.铜芯线　2.第一绝缘层
3.电热扁丝　4.第二绝缘层

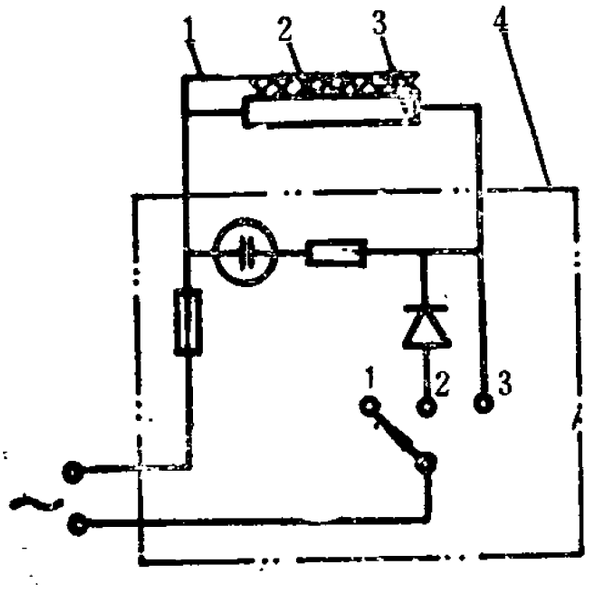


图169　控制盒线路图

1.铜芯线　2.第一绝缘层
3.电热扁丝　4.控制盒

（二）控制盒　电热织物用控制盒一般采用滚珠滑动定位结构。一般有3档位置，如图169所示。“1”档位为断位；“2”档位为低温档，在电热丝线路中串接一个二极管，经半波整流，此时发热功率为额定功率的一半；“3”档位为高温档，此时发热功率为额定功率。因此控制盒的主要功能是功率调节。其次，控制盒内装有保险丝，起故障保护作用；有些控制盒还带有氖泡，起通电加热指示作用。

表67 电热织物常见故障及排除方法

故障现象	产生原因	排除方法
不能发热	电热线损坏，发热丝断路	找出断头处，将断头处相互缠绕（如长度不够，可用一小段ϕ0.3—0.5mm铜丝缠绕，连接两断头），然后把接头理顺，用绝缘包皮密封包裹，不使线头外露，或更换电热线
	电源线断路	修好或更换引线
	控制盒失灵	拆开控制盒，检查弹簧片与接触铜片，如弹簧片弹性失效，将弹簧片整形加大弹性；如弹簧片与接触铜片表面有氧化层而接触不良，可用砂皮轻轻清除氧化层；或更换控制盒
	熔断丝熔断	先检查熔断丝熔断原因，排除故障，然后重新焊上同规格的熔断丝
熔断丝熔断	电热线电热丝匝间有短路	更换电热线
	因局部过热使第一绝缘层局部破坏	先检查并排除局部过热原因，然后用兆欧表检查铜芯线与电热扁丝间绝缘电阻，如仍完好($\geq$5.0MΩ)则可继续使用如绝缘已破坏，则更换电热线
	遇水受潮	干燥产品后，更换保险丝（干燥温度为65℃四小时）
温度过高或过低	控制盒失灵	按其控制原理找出故障点而排除之，如接触簧片之间熔结则要更换控制盒；如低温档温度过高，则二极管短路，需更换二极管；如高温档温度过低，则接触簧片间接触不良，需调整簧片压力和清除氧化层

四、常见故障及排除方法

电热织物产品使用中常见故障及排除方法见表67。

五、主要技术参数和维修后的技术指标

电热织物的主要技术指标，也就是维修后一定要达到的技术指标有下列几项。

1.绝缘电阻　冷态≥10MΩ；热态≥7 MΩ。

2.电气绝缘强度　工作电压为220V的产品，其冷态试验电压为4000V一分钟；热态为3750V一分钟。工作电压为≤50V的产品，其冷态试验电压为750V一分钟；热态为500V一分钟。

3.泄漏电流　在额定工作电压下工作30分钟后泄漏电流不大于0.25mA。

4.浸水性能　在30—40℃、8：1000比例的盐水中浸3分钟后，绝缘电阻≥2 MΩ，电气绝缘强度仍符合要求。

5.表面温度　通电24小时内，中心稳定温度不大于60℃。

6.温度均匀性　产品发热面任一部位温度不应超过平均温度的±5℃。

7.强度　产品以30次/分钟速度，经3000次折叠后，内部所有元件无破损，表面能承受5.88×10^4Pa的正方向压力。

第十二章　整容类电热器具

整容类电热器具又称为熨烫类电热器具。它主要用来整洁人们的衣服和美容人们仪表，是依靠产品的热能使被熨烫的物品在热和力的作用下，按照人们的愿望进行热定型的工作。这类家用电器产品主要有电熨斗、电热梳、电吹风等产品。

第一节　电 熨 斗

电熨斗是最早的家用电热电器产品。在家庭中主要用来熨烫服装、床单、台布等各类织物，熨平洗涤后的褶皱纤维，使之平整、舒适、挺括；在缝纫服装时，应用电熨斗可使纺织纤维拔长、归拢、褶复和定型；在工业上电熨斗还可用来熨烫皮革、纸张、塑料薄膜等用。

一、电熨斗的分类与结构

电熨斗主要按其结构和功能的不同来分类。分有普通型电熨斗、可拆轻便型电熨斗、熨边器、调温型电熨斗、喷汽型电熨斗、喷雾型电熨斗等6种类型。现分别介绍其结构、工作原理和主要技术数据。

（一）普通型电熨斗　普通型电熨斗是电熨斗的最基本

型式，通电后即发热。结构最简单，价格便宜，制造和维修都很方便。图170为普通型电熨斗的结构图。它主要由底板、电热元件、压铁、罩壳、手柄等部分组成。一般普通型电熨斗的底板多为铸铁底板，也有少数用铝合金材料为底板。电热元件多为云母片式的电热元件，如图171所示，当中有接

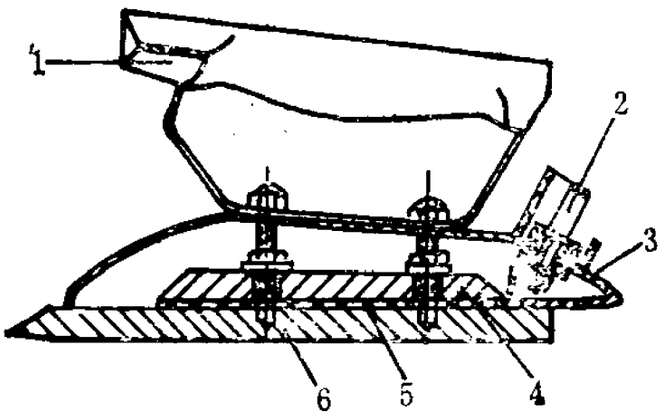


图170　普通型电熨斗
1.手柄　2.电源插座　3.上盖
4.压铁　5.电热元件　6.底板

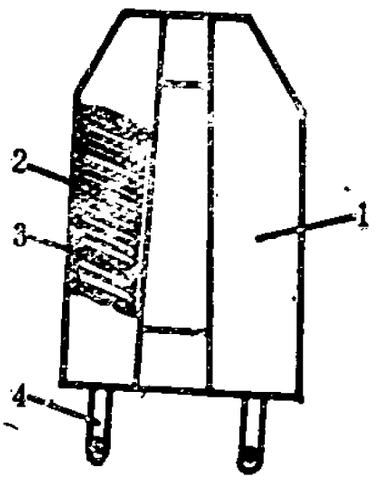


图171　电熨斗用云母片状电热元件
1.上下云母盖板　2.电热扁丝
3.缠绕云母骨架　4.导电片

纳紧固用的长槽孔。采用铜制的引出片与电源引线连接，电热丝一般采用扁丝，负荷在4—7 W/cm²之间。压铁的作用主要在于将云母片式电热元件紧紧压在底板上，确保有良好的导热率。

由于普通型电熨斗没有温度限止和温度调节装置，因此在熨烫间隙中电能的浪费较多，如果在熨烫间隙空载运行时断开电源，固然可以减少能源的浪费，但再用时又需要相应的温升时间，这就使工作很不协调。为此，普通电熨斗在使用中常常配用一个节电保温装置。

普通型电熨斗的节电保温装置的电气原理见图172。图

中K为动断开关，安装在放电熨斗的支撑托架上，为了隔热，上面垫有一层石棉板。电熨斗在空载运行时放在石棉板上，由于其自身的重量迫使K断开，二极管D串入电路。此时电熨斗中电热元件承受的电压为额定电压的一半，因此电熨斗所消耗的功率为额定功率的四分之一，电能消耗大为降低，但能保持电熨斗有一定的温度。再使用时，电熨斗一离开托架，K就自动闭合，电热元件又承受额定全电压，电熨斗可立即使用。这样就达到了在空载运行时既可节约又能保温的目的。二极管D上并联电容C是为了防止电熨斗短路时二极管受反向电压被击穿。普通型电熨斗采用节电保温装置后，可以延长电熨斗中电热元件的寿命，减少维修费用，节约电能。节电保温装置的有关技术参数见表68。

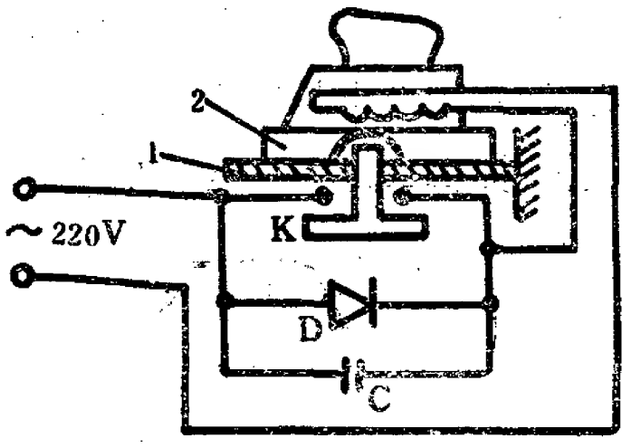


图172　普通型电熨斗节电保温装置线路
1.托架　2.石棉板

(二)可拆轻便型电熨斗　可拆轻便型电熨斗是普通型电熨斗的一种特殊型式，是将普通型电熨斗做成手柄、罩壳与底板能方便地分离开来，其结构见图173。底板、电热元件、压铁之间通过一个螺钉固定连接。螺钉与固定旋钮之间有一个类似卡口灯头的结构，固定旋钮转动90度可使手柄、外壳与底板之间卡住或分离，因此拆装均很方便。拆装时电

表68　节电装置所用零件技术参数

电熨斗功率（W）	二级管	电容器	空载耗电（W）
300	1A　500V	2.5μ　600V	75
500	1A　500V	2.5μ　600V	125
750	5A　500V	4μ　600V	188
1000	5A　500V	4μ　600V	250
1200	5A　500V	4μ　600V	300

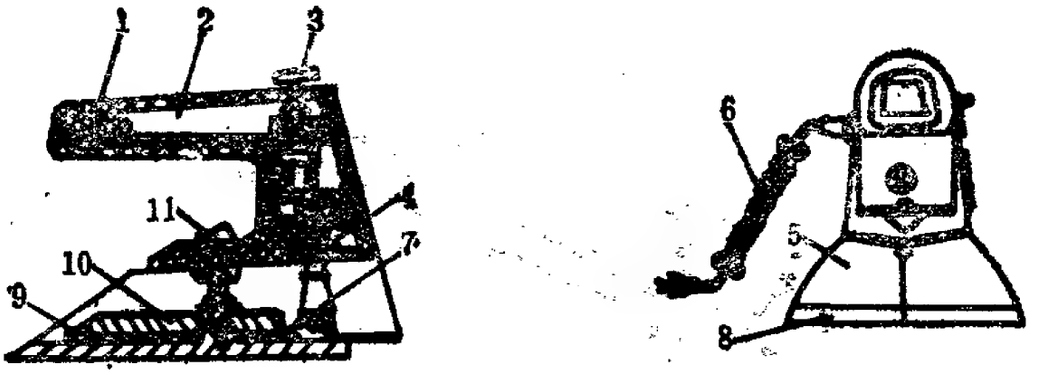


图173　可拆轻便型电熨斗结构

1.指示灯　2.手柄　3.拨动开关　4.接电插片　5.罩壳
6.电源线　7.插座　8.底板　9.电热元件　10.压铁　11.固定旋钮

路的连接是通过手柄内的接电插片与装在底板上的插孔通过插板来实现的。使用时通过手柄上的拨动开关控制电路的通断。电热元件是否工作由指示灯显示。不使用时，拆卸分离后包装如图174，其最大优点是便于旅行携带。

（三）熨边器　熨边器是一种微型的普通型电熨斗，底部尺寸非常小，长只有6 cm、宽约为4 cm，功率也不大，一般≤100W，如图175所示。它的最大特点和用途是用来熨烫衣缝、领边、袖口等普通型电熨斗不易烫到的狭窄边缝

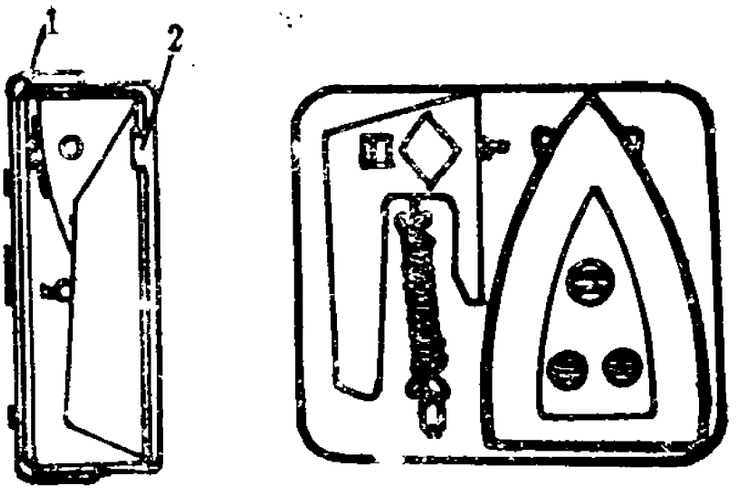


图174　可拆轻便型电熨斗结构

1.上盖　2.底盒

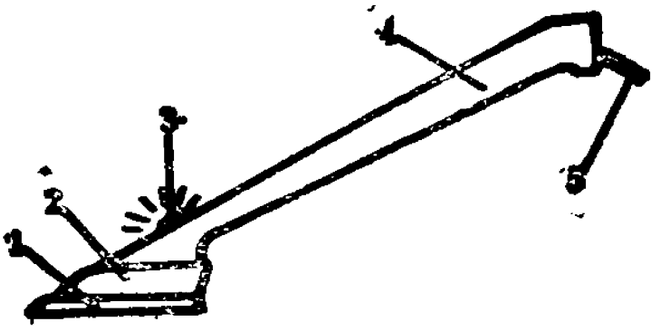


图175　熨边器

1.底板　2.罩壳　3.指示灯　4.手柄　5.电源线

处。有的熨边器还装有限温装置，以防过热损坏。

（四）调温型电熨斗　调温型电熨斗是在普通型电熨斗基础上，加装有温度控制、调节和指示装置。其电气接线方式常用的有2种，如图176所示。调温型电熨斗能自动控制底板的温度。当电熨斗底板达到预定的温度时，调温器便能切断电流，使温度不再继续上升；当熨斗底板温度下降时，调温器又恢复接通电路，重新把底板加热升温。因此，它能保持底部温度在需要的范围内波动，确保熨烫质量和织物纤维不会过热焦糊。温度的调节是通过罩壳上或是手柄上的调

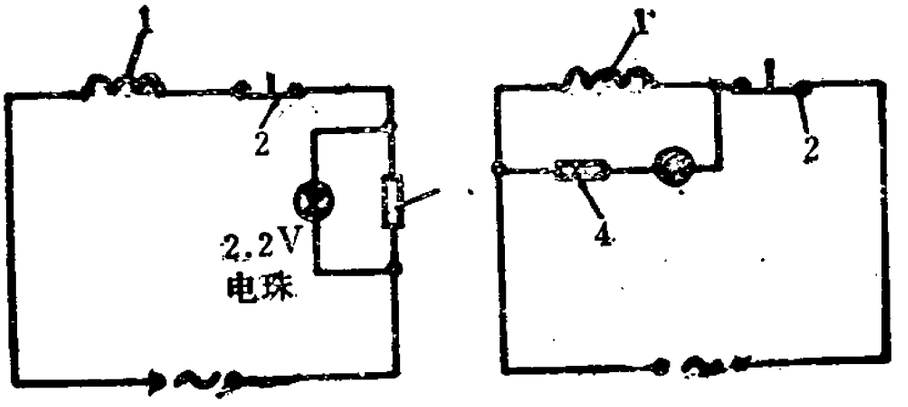


图176　调温型电熨斗电气线路

1.电热元件　2.控温元件　3.分压电阻　4.限流电阻

温旋钮来实现的。调温器一般装在底板中心部位。它的动作温度为60—250℃范围内可调。调温器一般用热双金属片制成。

调温型电熨斗的底板有铸铁镀镍底板，也有铸铝喷四氟乙烯底板；电热元件多为管状电热元件式，如图177形状。

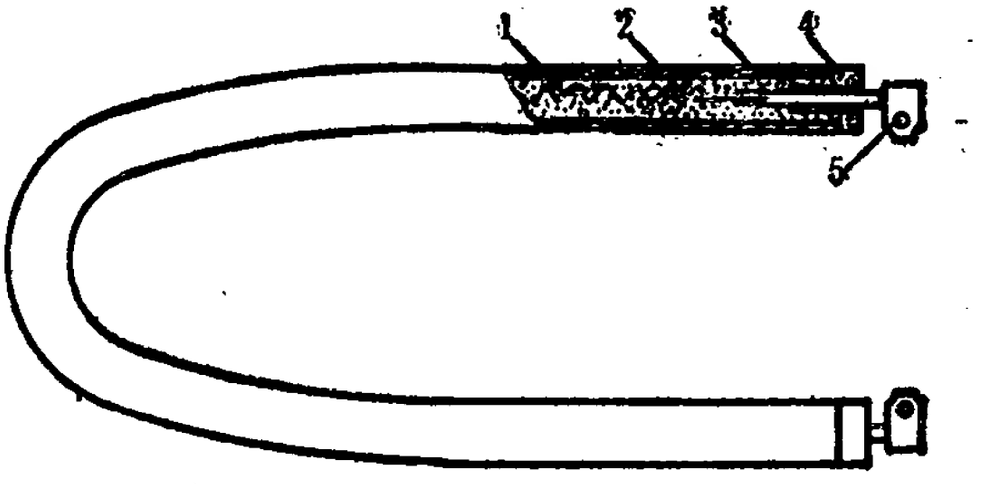


图177　调温型电熨斗用管状电热元件

1.电热丝　2.氧化镁粉　3.金属管　4.瓷珠　5.接线耳

调温型电熨斗一般都装有指示灯，用来显示调温器和电热元件的工作状态，即指示灯亮表示调温器接通、电热元件通电。指示灯泡若采用小电珠时，则用图176中的a线路，

其分压电阻r值的大小按下式计算：

$$r=\frac{U_1r_1R}{Ur_1-U_1r_1-U_1R} \tag{16}$$

式中 r——分压电阻（Ω）；

U——电源电压（V）；

U_1——灯泡工作电压（V）；

R——电热元件电阻（Ω）；

r_1——灯泡电阻（Ω）。

若指示灯泡为氖泡，则用图176中的b线路，其限流电阻r_0按下式计算：

$$r_0=\frac{U-U_2}{I_2} \tag{17}$$

式中 r_0——限流电阻（Ω）；

U——电源电压（V）；

U_2——氖泡初始起辉电压（V）；

I_2——氖泡额定工作电流（A）。

（五）喷汽型电熨斗 喷汽型电熨斗是在调温型电熨斗基础上，加装有喷汽装置。在熨烫衣物过程中，这些装置可使蒸汽从底板上的小孔中喷出，射向被烫衣物，使它们湿润，免去了人工喷水的麻烦，而且衣物润湿得更均匀，熨烫效果更好。喷汽装置从结构上分有滴水式和锅炉式两种。

1.滴水式喷汽型电熨斗 滴水式喷汽装置由储水器、滴水针阀、汽化室和喷汽孔组成，其结构见图178。当底板温度高于100℃时，按下喷汽按钮，便启动贮水器中的滴水针阀，水即滴入蒸发室内被迅速汽化，并从底板喷汽孔中喷

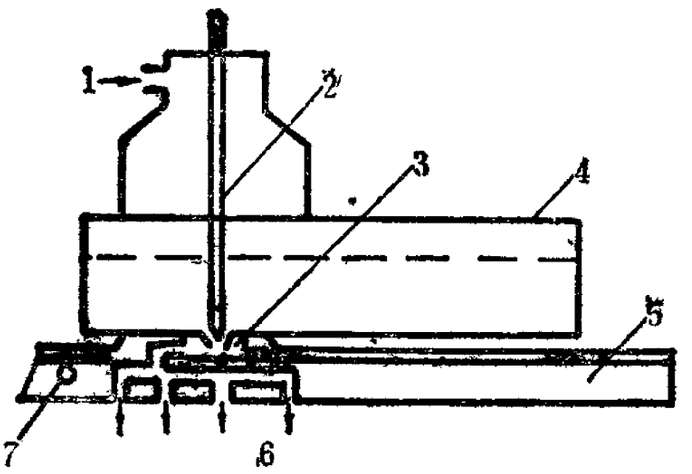


图178　滴水式喷汽型电熨斗剖面结构

1.注水口　2.滴水针阀　3.汽化室　4.贮水器　5.底板
6.蒸汽　7.管状电热元件

出。

2.锅炉式喷汽电熨斗　锅炉式喷汽装置结构，见图179。它具有一只密封的贮水器，紧贴在底板和电热元件上。

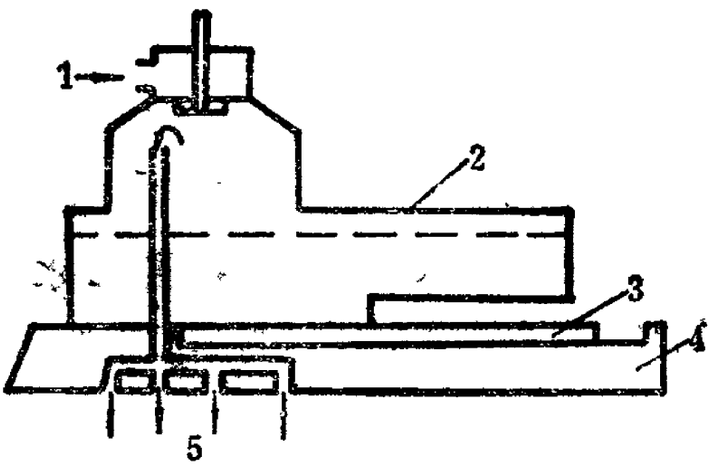


图179　锅炉式喷汽型电熨斗剖面结构

1.注水口　2.贮水器　3.电热元件　4.底板　5.蒸汽

贮水器的进水口设在手柄的前端。当熨斗平放时，贮水器内的水受热沸腾而产生蒸汽。蒸汽则从出汽管经底部蒸汽坑

道，由喷汽孔喷出。这个贮水器相当于一个蒸汽锅炉，出汽管设有阀门，控制喷汽或不喷汽；贮水器上方还设有安全网，当蒸汽压力超过一定的限度时，安全阀能自动泄放一部分蒸汽。贮水器后半部不紧贴熨斗底板，因此，当不需要喷汽时，只需竖起熨斗，贮水器内的水就不再受热和沸腾，因此可以节省热量。锅炉式喷汽装置的缺点是，它必须等到贮水器内的水加热到沸点后才能喷汽烫衣，故预热时间较长。贮水器要能经受一定的蒸汽压力，对密封性能的要求也比较高。

底板上的喷汽孔一般为5—23孔，孔经约为2 mm。有的喷汽型电熨斗还可调节喷汽孔数，以便改变喷汽面。贮水器容量一般为50—300毫升，喷汽量每分钟约10克左右。

（六）喷雾型电熨斗 喷雾型电熨斗除了具备调温、喷汽功能外，还在手柄前方设有喷出雾化冷水的喷雾孔。使用时可使厚衣料或熨烫时需要较大湿度的织物得到充分湿润，提高熨烫效果。其结构如图180所示。工作时将喷汽按钮按下，由加水器加水后恢复喷汽按钮位置，使贮水器进水口封闭，此时在贮水器中形成气压，封闭贮水器的同时，贮水器中的水将通过针网一滴滴地滴入蒸发室汽化，蒸发室内蒸汽压将随着水滴不断蒸发而增加，蒸汽就由底板蒸汽孔中喷出，但蒸发室中的蒸汽压同时也通过进气管流入贮水器内部，使贮水器水面保持一定的压力，从而能使水滴不断地滴入蒸发室中继续汽化。当按下喷雾按钮开关时，喷水阀盖被打开，极细的温热水雾即从喷雾嘴中喷出。

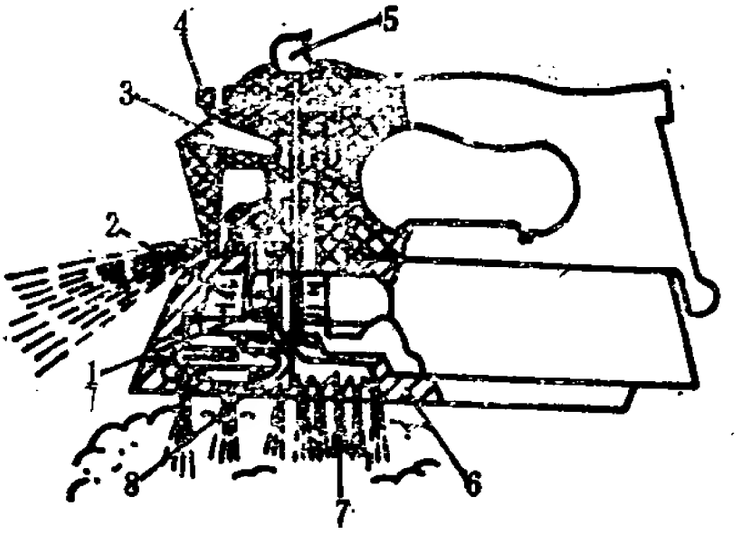


图180　喷雾型电熨斗结构

1.进汽管 2.贮水器 3.加水器 4.喷雾按钮开关
5.喷汽按钮开关 6.底板 7.蒸发室 8.电热管

二、常见故障及维修方法

电熨斗常见的故障与维修方法列于表69。

三、维修及使用常识

对电熨斗维修人员来讲除了须知道各类电熨斗的结构、性能、常见故障和维修方法外，还需要知道下列使用常识。因为使用不当会发生故障，有时发生了故障并非产品故障，而是使用不当。

（一）熨烫温度　各种纤维织物对熨烫温度的要求各不相同，它们的焦糊温度点也不同。各种纤维织物在不同的熨烫工作状态下所需要的熨烫温度见表70。连续熨烫过程中，只有能获得足够的热量来补充被带走的热量，温度才能保持不变。否则，温度会下降，达不到好的熨烫效果。

（二）通电时间与温度关系　熨烫时一定要按不同的织物掌握好熨烫温度，但对没有调温器和指示灯的普通电熨

表69 电熨斗常见故障和维修方法

故障现象	产生原因	维修和处理方法
不热	电源引线断路	检查电源引线线芯是否拆断，接线螺钉是否松脱，必要时予以更换
	电热元件断路	云母片式的电热元件，找出断丝处，用不锈钢片短接断路处；管状电热元件断路不能修复，需更换
	调温器触点不能闭合	检查调温器，调节触点间距离，使之能恢复闭合；或更换调温器
保险丝迅速熔断	内部短路	短路部位常在电源进线处，或在调温器、电热元件接线处，由外至内逐级检查，然后排除
走电	受潮	通电自行干燥半小时
	电气线路与壳体相碰或绝缘体破坏	由外至内逐级查找碰壳处，然后排除。或更换绝缘体
底板发黑	使用时没有注意清洁护理	通电1—2分钟后，使底板略热的情况下，用绒布沾点肥皂水或松节油清涂斑点
	底板温度太高，使织物纤维烫焦而沾污	校正调温器温度，底板上焦黑色用墨鱼骨轻轻擦除
过热或调温失灵	普通型电熨斗通电时间太长	拔掉电源，使用时注意通电时间
	有调温器的电熨斗调温器触点熔合不能分开	检查调温器，必要时更换调温器
喷汽喷雾电熨斗不能喷汽喷雾	管道、汽孔堵塞	用细铜丝清理，内部水垢用醋和水各半混合后注入贮水器使之溶解，再清洗干净。按动喷汽按钮，试喷数次

（续）

故障现象	产生原因	维修和处理方法
喷汽喷雾电熨斗喷出的不是汽而是水	温度太低	调节温度，达到100℃以上时再使用
漏　水	调温器温度太低	调高调温器断电温度
	装水过多	倒出一部分水
	贮水器损坏	更换损坏的零部件

表70　各类织物的熨烫温度（℃）

织物名称	直接熨烫	垫干布熨烫	垫湿布熨烫
氯　纶	45—65	80—90	90—110
尼　龙	55—75	80—90	90—110
丙　纶	85—105	140—150	160—190
晴　纶	115—135	150—160	180—210
维　纶	125—145	160—170	180—210
锦　纶	125—145	160—170	190—220
涤　纶	150—170	185—195	195—220
柞　丝	155—165	180—190	190—220
桑蚕丝	165—185	190—200	200—230
羊　毛	160—180	185—200	200—250
棉	175—195	195—200	220—240
麻	185—205	205—220	220—250

斗，稍一疏忽，容易出现过热现象。对于缺乏经验的人，可按表71采用控制通电时间的方法掌握电熨斗底板温度。

（三）底板温度的估计　在维修时调节调温器的动作温

表71　电熨斗通电时间与温度的关系

300W电熨斗（分钟）	00W电熨斗（分钟）	温　度（℃）	织物名称
3—4	3—4	70—100	化纤
4—5	4—5	100—125	化纤
7—8	5—6	125—150	丝
8—9	6—7	150—180	羊毛
10—11	7—8	180—210	棉
10—11	7—8	210—235	麻

度，需要测试电熨斗底板温度，有时维修者并无这方面的测试工具和仪器，因此需要估计底板温度。一般采用按照水滴碰到底板时发出的声音和水滴在底板上的现象来确定底板温度。估计底板温度的方法可参见表72。

表72　熨斗底板温度估计

底板温度（℃）	水滴碰到底板时的现象
60—100	没有声音，水滴不散开
100—140	发出“嗤嗤”的声音，水珠散开，有较大的小水泡
140—160	发出“叽由”的声音，水珠立即向四周扩散成小水滴
160—180	发出“扑叽”的声音，出现滚转的小水滴
190—220	发出“扑嗤”的声音，很少留有小水泡
230—250	发出短促的“扑嗤”声，水滴很快消失

四、维修后应达到的技术指标

电熨斗维修后应达到表73中所列几项主要技术指标。

表73 电熨斗主要技术指标

项目		技术指标
安全性能	绝缘电阻	热态时不低于1MΩ
	绝缘强度	热态时不低于1250V/1分钟
	泄漏电流	≤1 mA
	接地电阻	≤0.2MΩ
	安全温升	底板温升不大于330℃；手柄不大于50℃；电熨斗竖立搁置的接触面不大于90℃；电熨斗搁架下方的台面不大于65℃；调温旋钮不大于75℃；喷汽喷雾控制旋钮不大于50℃
	耐湿性能	防潮性能试验后绝缘强度不低于1250V
可靠性能	稳定性	熨斗竖立时，在任何方向与垂直线成10°倾角的情况下不会翻倒
	机械强度	从250mm高处自由跌落5次，以及由35mm高处以每分钟5—6次的频率自由跌落1000次后，零件不应损坏
	寿命	使用寿命大于500小时；调温器动作不低于1万次
使用性能	功率误差	≤500W为±10%；>500W为±7.5%
	温升时间	底板加热到200℃的最长时间：≤300W为12分钟；>300W—600W/10分钟；>600W—1000W/8分钟；>1000W/5分钟
	温度均匀性	底板各点温差不大于30℃
	热效率	≥80%
	调温性能	调温器上应刻有被熨烫织物名称的各档标记，在任一档位置上，底板温度波动幅度不大于20℃
	喷汽性能	喷汽量：700W不少于5克/分钟；>700W不少于10克/分钟

第二节　电热梳与电热卷发钳

电热梳与电热卷发钳主要用于湿发梳干，对头发作简易卷曲、造型。这类产品结构简单，价格便宜，使用方便，耗电量少，所以使用面比较广。

电热梳与电热卷发钳的工作原理都是通过电热元件使之发热而进行工作。

一、型式与结构

按其使用功能可分为单用型电热梳、单用型电热卷发钳、两用型电热梳和可换型电热梳四种类型。

（一）单用型电热梳　单用型电热梳的外形与结构如图181所示。主要由梳体、发热元件和手柄组成。梳体用铝合

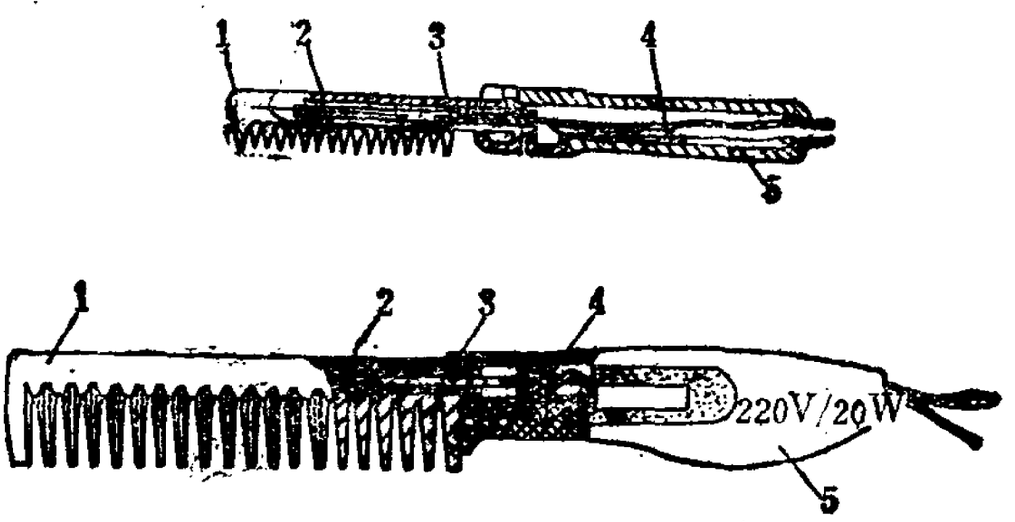


图181　单用型电热梳

1.梳体　2.保护管　3.电热元件　4.导线　5.梳把

金或锌合金制成，是电热梳的主要工作部分，同时起到对电热元件的保护作用；发热元件是一种瓷管状的电热元件，它

的特点是体积小、寿命长、安全可靠；手柄常用耐热塑料（如酚醛塑料、脲胺塑料、聚碳酸酯等）压塑而成，它具有耐热性能好，绝缘性能高，色泽鲜艳、造型美观等特点。

（二）单用型电热卷发钳 单用型电热卷发钳只能作为卷发造型用，其结构见图182所示。它在卷发杆内装有发热

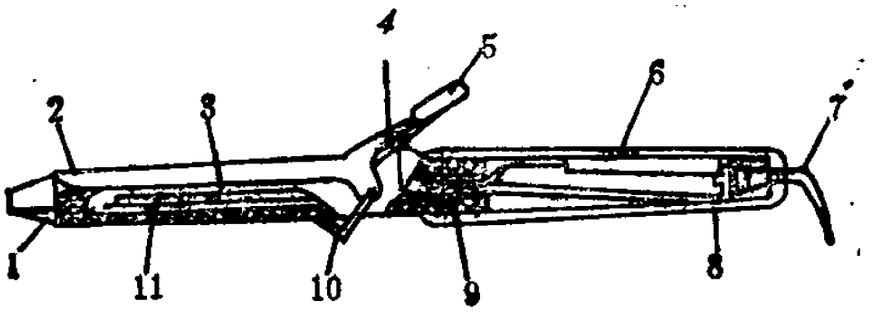


图182 单用型电热卷发钳

1.电木盖 2.发夹 3.发热元件 4.弹簧 5.发夹柄
6.手柄 7.导线 8.套管 9.绝缘垫 10.紧固螺钉 11.卷发杆

元件。卷发杆的外面有一个压发用的夹钳，夹钳用合金铝板或薄钢板冲制成型，是卷发、波纹造型的主要部件。

（三）两用型电热梳 两用型电热梳的结构见图183。它是在单用型电热梳上加有夹钳，或者说是在单用型卷发钳

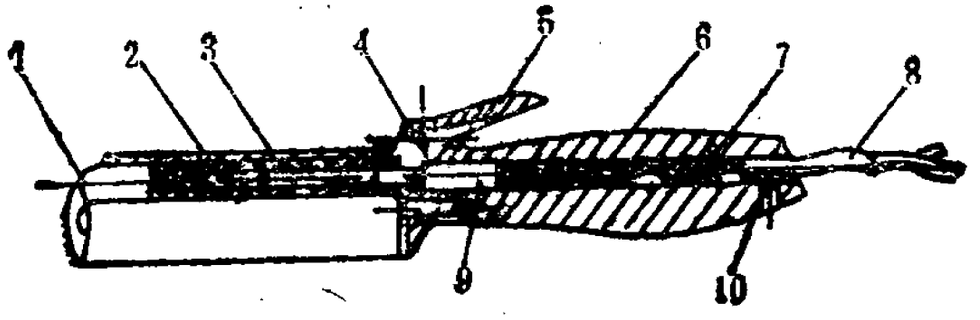


图183 两用型电热梳

1.梳体 2.发热元件 3.发夹 4.弹簧 5.发夹柄 6.手柄
7.导线 8.套管 9.绝缘垫 10.紧固螺钉

上加有梳齿。是两者的结合。

（四）可换型电热梳 这种电热梳具有两个可换头，一个是卷发钳，安装后即为电热卷发钳；另一个是梳子，安装后作为电热梳，且梳子形状可以多种造型，能方便地更换。

二、性能和电路

电热梳和电热卷发钳功率都较小，一般为20、25、30W三种，电压均为220V，电流不超过0.15A，工作温度在130—200℃，因产品小，空间有限，因此发热元件目前多采用高电阻率的电热丝绕制。发热元件分硬型和软型两种，硬型发热元件的电热丝绕在瓷芯上，外套瓷管；软型发热元件的电热丝绕在石棉绳芯上，外套玻璃纤维套管。电热丝缠绕时要力求在全长上均匀分布，以获得均匀的工作温度。

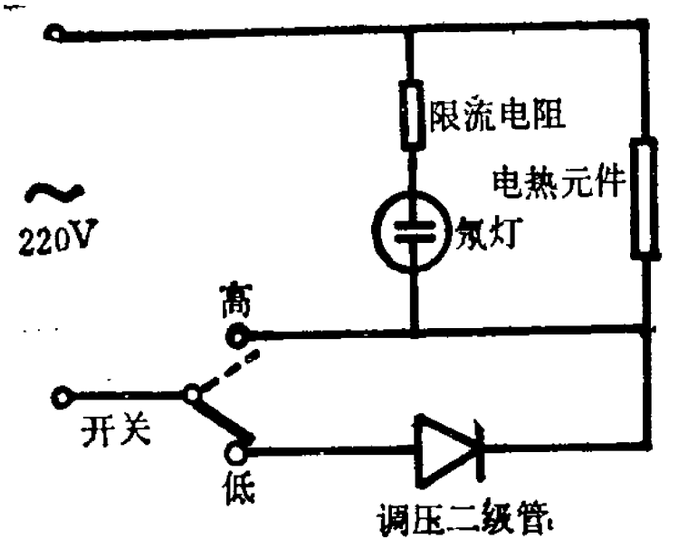


图184 可调功率的电路

电热梳与电热卷发钳的电路比较简单，一般不带有控制，也有的具有可调装置。图184为具有可调功率的电路图。当开关推向高档时，发热元件两端电压为220V，以额定全功率加热；当开关推向低档时，二极管与发热元件串联，进行半波整流，此时发热元件两端电压是99V，即220×$\sqrt{2}/\pi$，以1/5的额定功率发热，从而达到调温的目的。

三、使用与维修

（一）使用 在使用电热梳和电热卷发钳之类的产品

时，须注意下列几点：①使用前先用湿毛巾把头发擦拭一遍，头发不要过干，也不要过湿。过干卷发造型效果差，过湿就会发生温度不够。②不宜与化学烫发水同时使用，因为烫发水含有一定的酸性，会腐蚀电热梳。③使用中如感温度太高，可切断电源自然冷却，切勿将电热梳浸到水中冷却，以防破坏电气绝缘。

（二）故障与维修 使用中常见的故障主要有：

（1）不热。多数为电源线与发热元件间的接线处松脱断路，或电热元件断路所造成。维修时只要检查后接好电源线或更换电热元件。

（2）漏电。多数为电热元件绝缘件受潮或绝缘体破坏造成，可先进行干燥，干燥后还不能恢复绝缘的，则需更换电热元件和有关绝缘件。

（三）维修后的技术要求 因为在使用电热梳和电热卷发钳时，要直接与潮湿的人发接触，所以维修后的产品整个结构的绝缘层必须可靠，必须能承受2500V的电气绝缘强度的耐压试验。

第三节 电吹风

电吹风主要用于头发干燥和热定型。也可供给实验室、理疗室及工业生产中、工艺美术等方面作局部干燥、加热和理疗之用。

一、型式分类

电吹风的型式分类见表74。常用的规格有250、350、

450、550、850W数种。

表74　电吹风的型式分类

分　类	型　式
按使用方式分	手持式和支座式
按电动机型式分	分有交流感应式、交流串激式、直流永磁式
按送风方式分	分有轴流式和离心式两种

二、结构与工作原理

（一）结构　电吹风虽然在型式、款式和大小有很大差别，但它们的内部基本结构大体相同。电吹风的基本结构是由外壳、电动机、风叶、电热元件、开关和手柄等组成。支座式电吹风还多一个供放置用的支座。交流感应式电吹风、交流串激式电吹风和直流永磁式电吹风的基本结构分别见图185、图186和图187。

电吹风的外壳既作为结构上的保护，又是外表的装饰件，它要求造型美观，重量轻，一般采用薄钢板、铜板拉伸成型或用塑料模压成型，再经表面镀铬处理。手柄均系用塑料压制而成。电动机要求转速高，噪声低，风叶要经过动平衡校验。开关有挠板式、推杆式和按钮式等结构，它一般有“停”、“冷”、“热”三档位置。

（二）工作原理　电吹风的工作原理较简单。它直接靠电动机中的转子带动风叶旋转。空气从进风口吸入，形成离心或轴向气流，再由风筒前嘴出风口处吹出。风筒内装有电热元件，在吹风时如电热元件投入工作状态，则吹出为热风；反之若电热元件没有投入工作状态，则吹出为冷风。

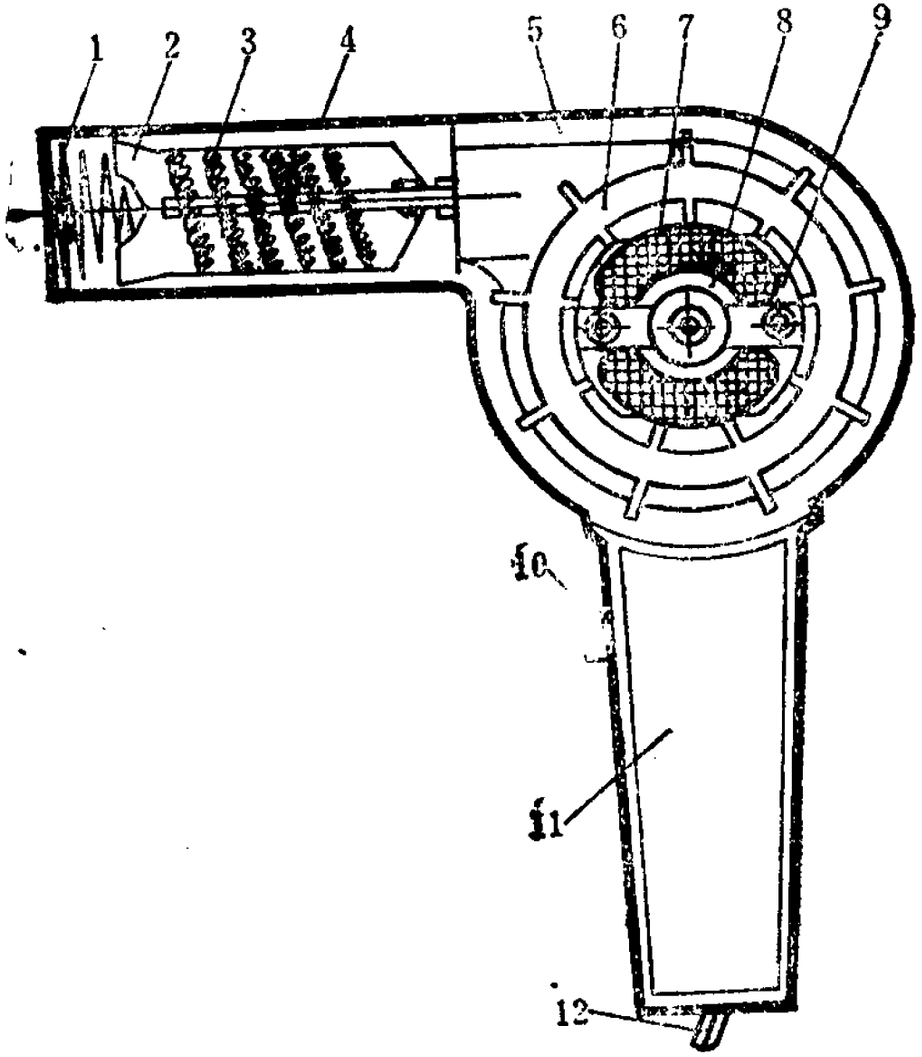


图185　交流感应式电吹风

1.发热器支架弹簧　2.发热器支架　3.电热丝　4.前嘴　5.外壳　6.风叶　7.定子绕组　8.外壳　9.定子铁芯　10.选择开关　11.手柄　12.电源线

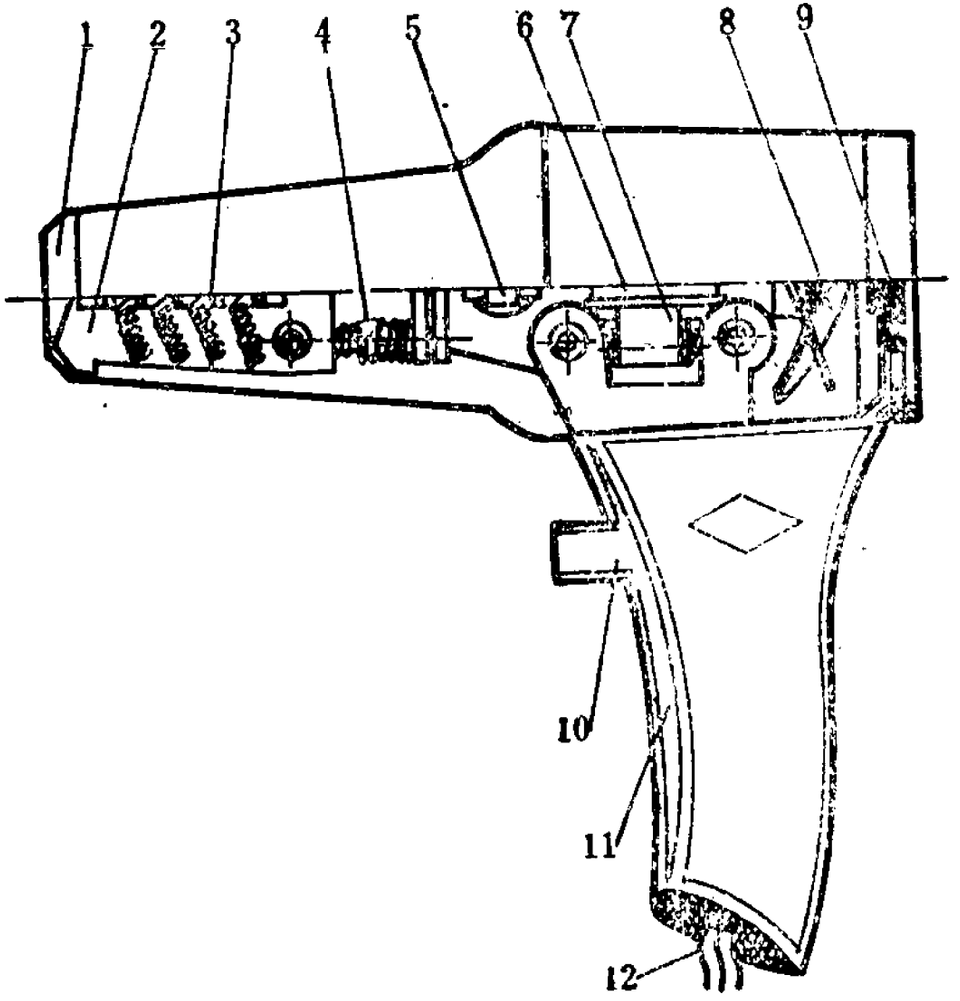


图186　交流串激式电吹风

1.前嘴　2.发热支架　3.电热丝　4.电热元件接线　5.碳刷　6.转子　7.定子绕组　8.风叶　9.调风器　10.选择开关　11.手柄　12.电源线

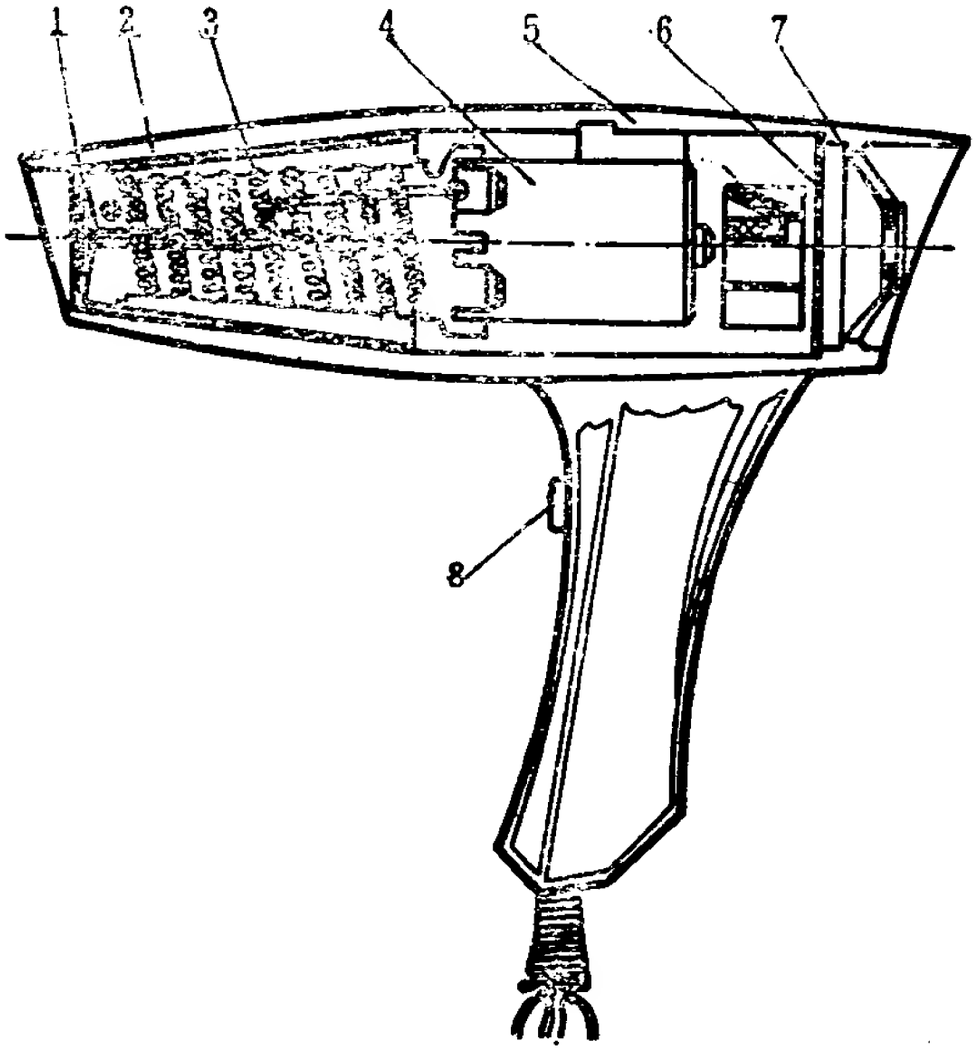


图187　直流永磁式电吹风

1.圆锥弹簧　2.壳体　3.电热丝　4.电动机
5.手柄　6.聚风环　7.开关　8.电源线

（三）发展趋势　电吹风的发展趋势是一机多用。如图188所示。带有横向吹口、粗细齿木梳、烫发钳等，也有将电吹风制成能调节风量和温度、声音小而重量轻；采用双重绝缘结构；装有过热保护装置，以保证操作安全可靠。有的还附带有软管和头罩，这样便可用来烫发。

三、关键零部件

（一）电热元件　电热元件一般采用裸露的螺旋电热丝

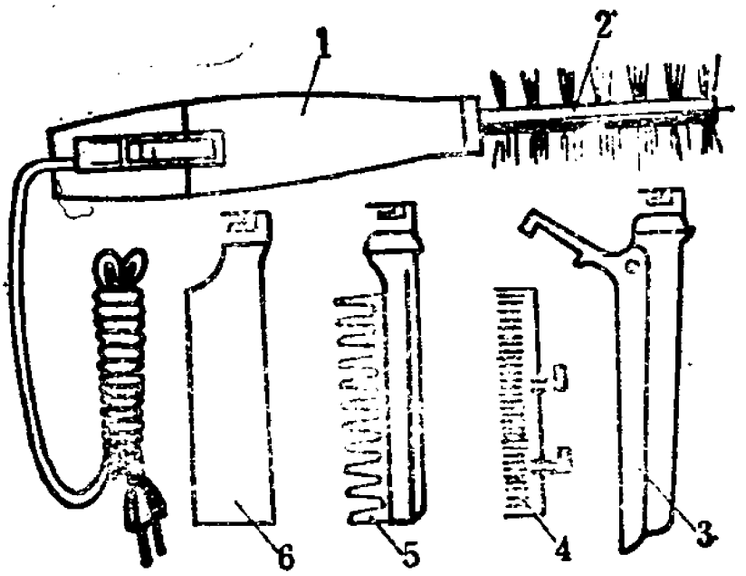


图188　多用电吹风

1.吹风本体　2.发型梳　3.烫发钳　4.细齿梳　5.粗齿梳　6.横向吹口

盘绕在陶瓷骨架上。电热元件可参见第七章，要注意的是：要尽可能使电热元件与风有最多的热交换面，而对风有最小的阻力，力求电热丝温度与风温之差越小越好，为此骨架阻风面要小，经常以扁电热丝来代替圆丝。

（二）控制元件　带有过热保护装置或限温、恒温装置的电吹风，其电气线路见图189所示。它可以在风筒正常工作情况下，自动接通电路，而在遇到特殊情况下，电热元件过热时，则能自动切断电路，从而起到保护或限温、恒温作用。

四、电吹风的特殊技术要求

电吹风除了要满足电热电器的一般安全和性能要求外，还需要满足风温和风速的特殊技术要求。即电吹风在额定电压、额定功率下工作时，距出风口平面中心60mm处的风速应符合表75的规定值；热风温升应符合表76的规定值。

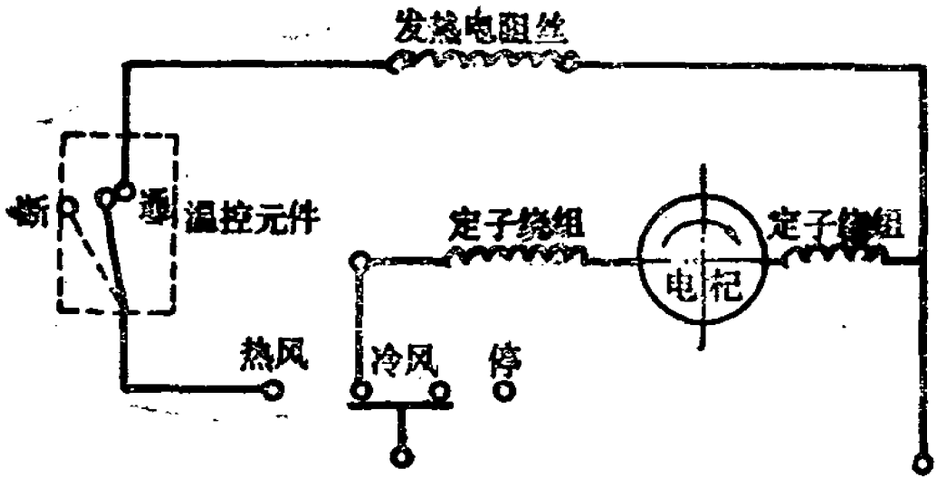


图189　恒温电吹风线路

表75　电吹风的风速

型　　式	风速（米/分钟）
感 应 式	390—450
串 激 式	520—600
永 磁 式	800—1000

表76　电吹风的热风温升

额定功率（W）	热　风　温　升（℃）	
	感 应 式	串激式、永磁式
250	60—85	35—60
350	90—115	50—70
450	120—145	65—85
550	150—175	80—100

五、故障与维修

电吹风在使用中常见的故障及处理方法可分别参见表77、表78和表79。对于目前我国国产几种主要电吹风的维修技术数据可参见附录4。

表77　交流串激式电吹风常见故障与维修

故障情况	产生原因	维修方法
无冷热风	按钮开关弹簧片不灵或烧蚀	用镊子调整弹簧片弹压力的位置、并用少量酒精、汽油或丙酮等清洗触点；如弹簧片烧蚀过量，则需更换
有冷风而无热风	热元件开关弹簧片组接触不良，或发热线断路	用上述办法处理弹簧片组，或更换发热丝；检查发热支架上的接触铜套是否接触不良
发热元件正常但无冷热风	电枢不转，碳刷接触不良；换向器沾满碳粉拉弧，电容短路	检查串激回路有无断路或短路；碳刷是否严重磨损，如碳刷太短应更换；用全相砂纸轻轻打磨换向器，使它保持光亮，或用酒精、汽油清洗抹净；更换电容器
发热元件正常，但吹风量不足，电枢转速不正常	电枢绕组短路或部分断路	测量电枢各绕组电阻值是否相等，如过小则属于短路；如过大则为断路，需更换电枢
	含油轴承磨损或失油	如轴芯与轴承有明显空隙，应更换同类型轴承，并注入适量优质机油

表78 感应式电吹风常见故障与维修

故障情况	产生原因	维修方法
无冷热风，或有冷风而无热风	与串激式相同，参见表77	维修方法与串激式基本相同，可参见表77
	电动机拖底	重新装配电动机，并调整紧固螺钉，确保电动机定子内孔与转子间的气隙均匀
	含油轴承磨损或失油	用手轻摇轴芯与轴承，如有明显的响声或空隙，应更换同类型轴承，并注入适量的优质机油
	罩极线圈接口松脱	用电烙铁把接口重新焊牢
	转子短路环与导条铆接不牢固	用冲子把铆钉加固

表79 永磁式电吹风常见故障与维修

故障情况	产生原因	维修方法
无冷热风	开关弹簧片接触不良或烧蚀	与串激式电吹风方法相同
	过载，弹簧片失灵	经调整多次仍失灵者，可将其直接短路或拆除；或重新装配新弹簧片
发热元件正常但没有热风	整流元件断路	用欧姆表测量整流元件的正反向电阻是否正常（如果是全波整流元件，应将元件拆开分别测量），若是元件损坏，可用2CP二极管更换，但要选用体积较小的，并注意它的极性，以防反接
	绕线转子损坏	用6V直流电源或用4节干电池接在电动机引线两端（注意极性不要接错）测试电动机是否工作，如电动机能转动，但转速不正常，可能是磁场失磁；若电动机完全不转，表明绕线转子有断路，应拆下重绕
	永磁磁场失磁	更换磁铁或重新充磁

第十三章　电热水器

电热水器主要用来加热水，供给人们沐浴或洗涤用。故又称为浴水加热器。电热水器按其结构原理分为流动式和储存式两大类。其共同的特点是所提供的热水不要求沸腾，而只要求保持一定的温度和水量就可以了。

第一节　快速热水器

快速热水器又称为洗用流动式热水器或即热式淋浴器。它没有储水箱，是一个当水一流过就立即使水加热的电器产品，具有体积小、加热迅速、使用方便等优点，但电功率较大。主要用来给人们淋浴或提供冲洗用热水。

一、分类

快速热水器的分类有3种方法。

（一）按工作条件分类　快速热水器按工作条件的不同分为闭式快速热水器和出口开露式快速热水器两种。

闭式快速热水器在水源的压力下工作，水流量由热水出口处装的一个或多个阀门控制。如图190。

出口开露式快速热水器中，水流由入口管的阀门控制，膨胀的水通过出口管溢流，如图191所示。

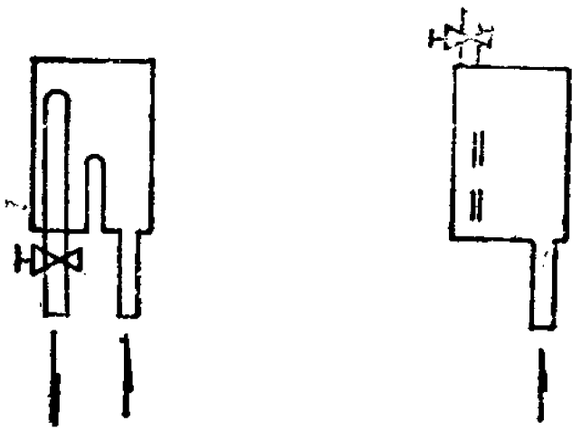


图190　闭式热水器

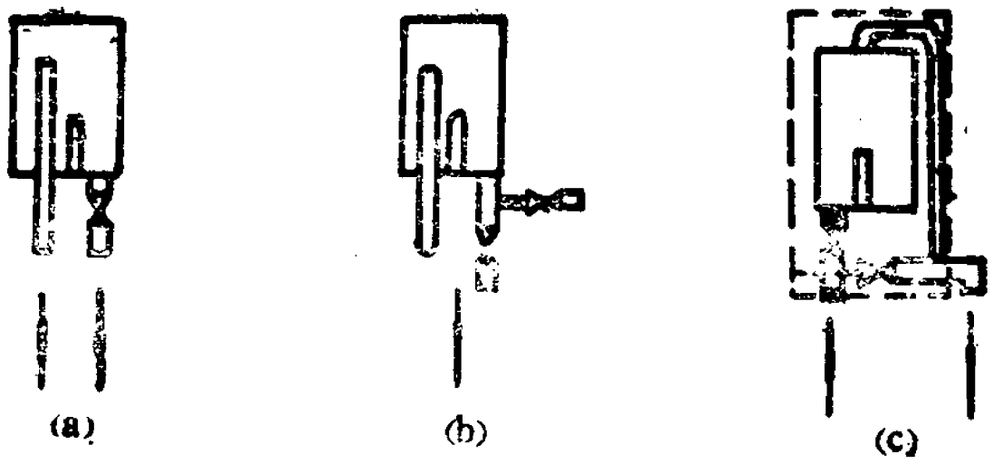


图191　出口开露式热水器

（二）按发热元件型式分类　按发热元件型式分类，有裸式电热元件和嵌装式电热元件两种。采用裸式电热元件的快速热水器，电流流过直接浸没在水中的发热电阻丝，并且该电阻丝不与水绝缘，裸式电热元件可以结合一个或多个这样的元件。采用嵌装式电热元件的热水器中，电流流过与水绝缘的发热电阻丝，如管状电热元件。

（三）按控制方式分类　快速热水器按控制方式不同分有用恒温器控制和流体压力控制两种。流体压力控制开关是通过流体流动时产生压力差而动作的开关。这种开关只有在

水有效流动的情况下方动作。

二、结构与工作原理

快速热水器的结构常见的有腔体式和水槽式两种。

（一）腔体式快速热水器 腔体式快速热水器的结构如图192所示。打开进水阀门，冷水从进水口进入腔体，当水充满腔体后，借水流压力和重力使橡皮膜下凹，由于在膜片中心连接一根通水管子，其上端便带动触头，使电路接通，在腔体中裸露的电热丝通电发热，被加热的水沿着通水管中部开有的小孔流入管内，再经过莲蓬头喷射出来。无水进入时，依靠橡皮膜的弹力恢复到平直位置而使触点断开，电路即被切断。

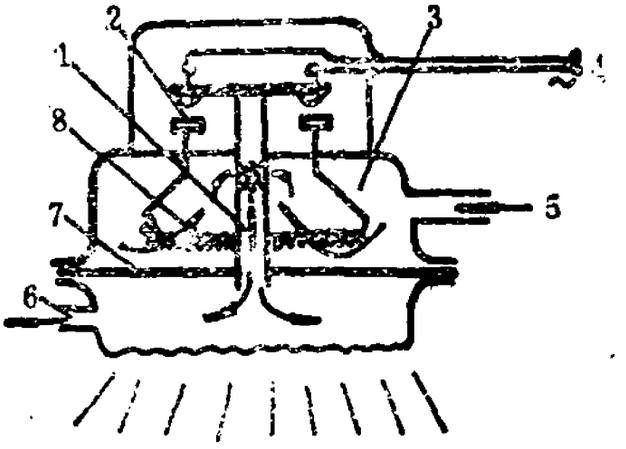


图192 腔体式快速热水器

1.通水管子 2.触头 3.腔体 4.电源 5.进水 6.旁通小龙头 7.橡皮膜 8.电热丝

（二）水槽式快速热水器 水槽式快速热水器的结构如图193所示。它主要由加热水槽和压电转换两个部分组成。当打开热水阀门，水流压力冲击压电转换器中的蝶形金属膜片，使膜片发生突然跳动到达虚线位置，推动顶杆上升，直接使主回路电热丝与电源接通，于是加热水槽中的流水得到加热。

三、压电转换器

压电转换器为关键零部件，结构见图194。

压力转换器中有一膜片。膜片最好采用金属弹性膜片，如图195所示。实线是金属弹性膜片常态；虚线是膜片受力

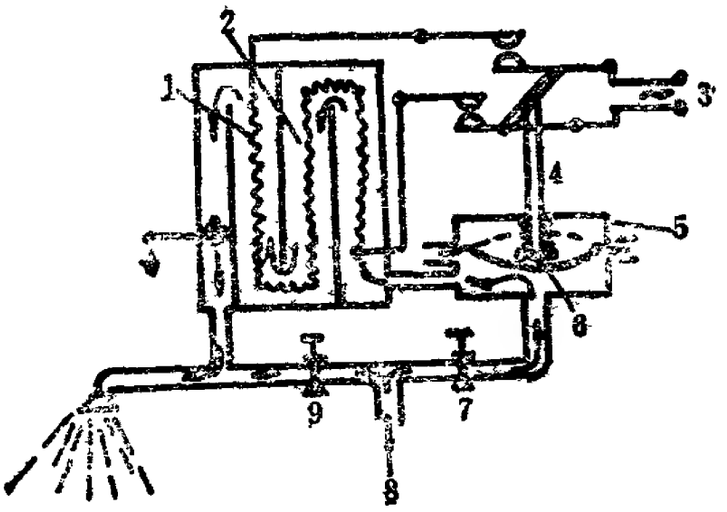


图193　水槽式快速热水器

1.电热丝　2.加热水槽　3.电源　4.顶杆　5.压电转换器
6.蜡形金属薄片　7.热水阀门　8.进水　9.冷水阀门

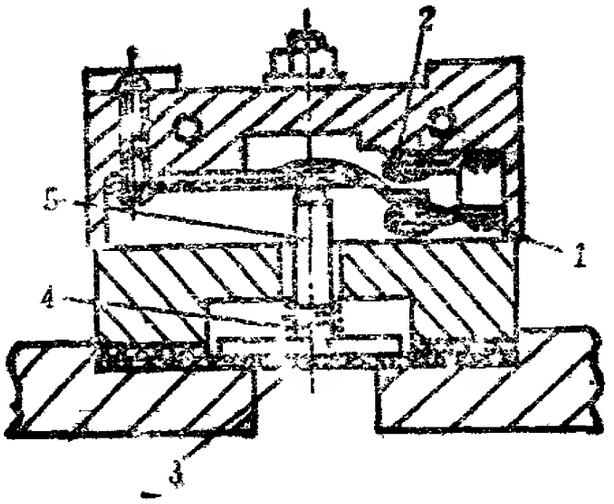


图194　压电转换器结构

1.微动开关动触点　2.微动开关静触点　3.膜片　4.复位弹簧　5.顶杆

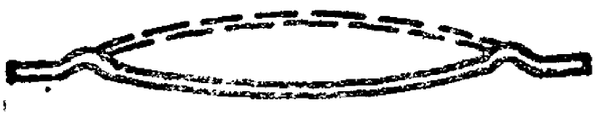


图195　金属弹性膜片

动作后形态。这种膜片受力后动作行程大，而且是突动，触点不易烧毁。但这种膜片的动作压力不易控制。

膜片也常采用碟形尼龙橡胶膜片。这种膜片可制成可调式压电转换器，如图196所示。这种结构的压电转换器动作压力可调，有利于产品的使用性能和产品的工作寿命。调整动作压力是依靠旋转微动开关固定架来改变弹簧的初始压力而实现的。

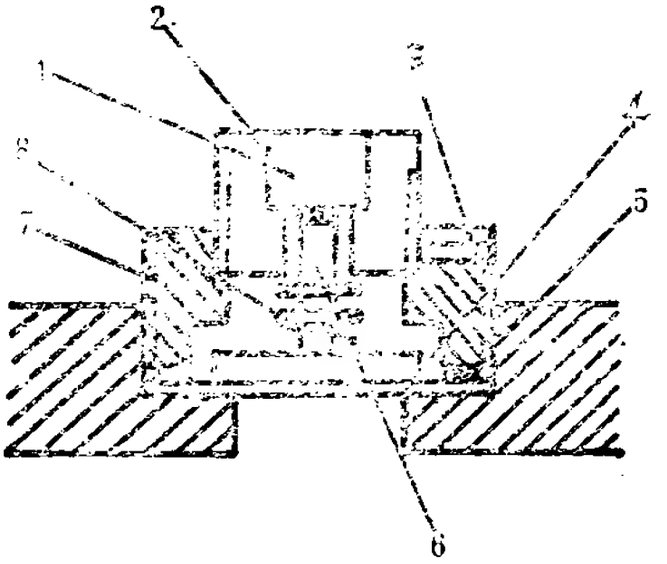


图196 可调式压电转换器

1.微动开关 2.微动开关固定架 3.紧定螺钉 4.膜片 5.密封圈 6.顶杆 7.固定块 8.弹簧

四、安全措施与维修检查

快速热水器中的电热丝未经绝缘直接放在水中加热，因此其安全问题比其它家用电器更为重要。一般快速热水器有下列3重保险措施，也是维修检查需注意之处。

（一）进出水管电气短路后接地 快速热水器在进出水口之间有热腔体相隔，它们之间往往是电断路，或者是电短路不佳，而且往往电源与出水口相距很近，因此在结构上进出水口必须人为地电气短路后接地是非常有必要的。电气短路线的标称横截面积不小于3.5mm^2，接地螺钉采用带有防腐蚀层的铜质材料制造。整个短路线和接地接触电阻之和不大于0.1Ω。

（二）提电网接地 进出水口处有金属网饰形成提电

网，并将其接地。因为日常使用的水不是绝缘体，在热水器工作时，大部分工作电流是经过电热丝而发热，但此时水是电热丝的分布电阻。如图197所示。

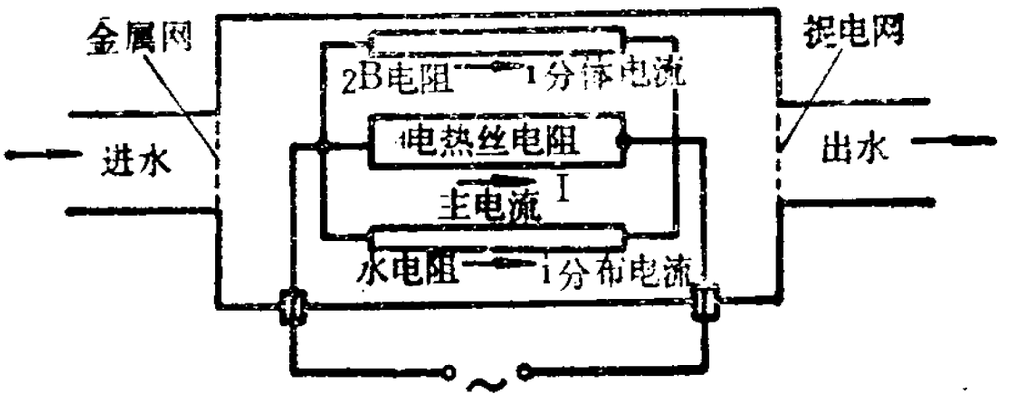


图197　快速热水器中的分布电流

因此随着水流存在着许多小的分布电流，而且水是流动的，再加上产品在使用一个阶段后，水垢的形成往往造成分布在水中的电流将电带出，形成电的泄漏。这种泄漏电流单单靠进出水管短路接地是不易消除的。所以，在出水口的横断面装有金属网做成的捉电网，且金属网接地来消除散布在水中的泄漏电流。

（三）出水口距电源接线端要有一定距离　因为水电阻也是随着距离的增加和接触面的减小而增加的。为了减少水中的泄漏电流，出水口金属网饰离带有电源的接线端子要有足够的距离，一般要在40mm以上。

维修检查时必须要检查上述 3 项机构是否完好。维修后快速热水器在正常工作状态下允许的泄漏电流为0.25 mA。

在测试泄漏电流时，电热水器中的全部电热元件一起投入工作状态，电源电压要使输入功率等于最大额定输入的1.15倍。

泄漏电流的大小与水质有关，理想纯水在15℃时电阻率为31200000Ω·cm，事实上常用水大大低于此值。因此，对测试泄漏电流时所用的水应用专门的试验水，试验用水在15℃情况下的电阻率控制在1000—1300Ω·cm。试验用水可以通过在水中加入磷酸铵来配制。

测试泄漏电流时用毫安表测量，其连接在流出水的金属网筛和电热水器的接地端子之间，这个金属网筛离开电热水器出口小孔距离为10mm。

快速热水器的泄漏电流测量线路如图198所示。测量时接

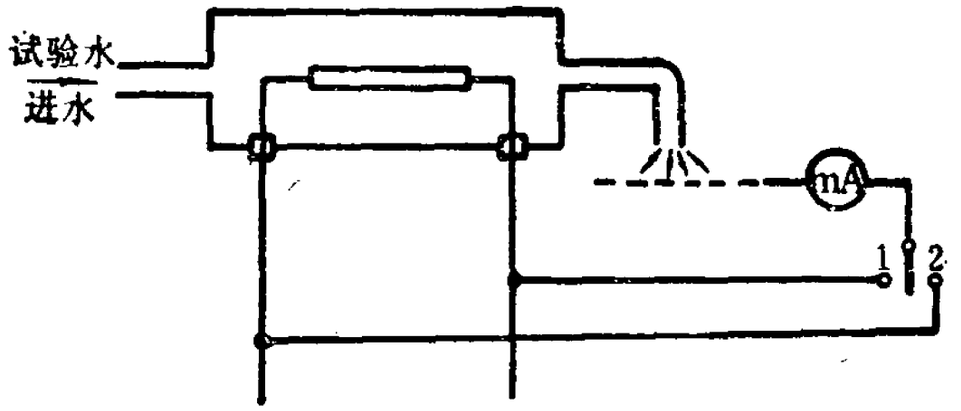


图198　泄漏电流测试线路

地端子通过转换开关来连接，先连接一极，然后再连接另一极，两次测得的电流均不得超过0.25mA为合格。

第二节　储存式浴水加热器

一、特点与规格

储存式浴水加热器都有一定的水容量，功率较小。在不用水时慢慢将水加热到85℃左右，并保持恒温。使用时按使

用者的需要混合冷水使用。这种电热水器最大的特点是可储存热容量。在每晚人们就寝时，其它各项用电器具停止用电时，它可利用深夜电量慢慢积存热量。当到第二天，人们睡醒时，它已为人们准备好一定容量的热水供人们使用，按其需要量决定电热水器的容量，储存式热水器的容量较大，而电功率一般都较小。储存式浴水加热器的容量、功率和预热时间见表80。

表80　储存式浴水加热器技术参数

容量 (l)	5		15		30			50	100	150	300
功率 (kW)	0.5	1	1	2	0.5	1	1.5	0.5	1	1.5	3
预热时间 (h)	0.7	0.35	1	0.35	4	2	1.5	8			

二、结构

储存式浴水加热器的结构见图199。它主要由内胆、电热元件、恒温控制和压力保护等部分组成。

内胆是储存水的容器。它主要用铜、不锈钢或塑料等材料制成。要能承受一定的压力。承受压力的大小主要决定于热水器的结构是开路式还是闭式。开式是在进水口装阀门，出水口与大气压相同，一般内胆承受压力较低，能耐0.15MPa即可；闭式是在出水口安装阀门，而进水口始终与水源相同。这种闭式结构要求内胆能承受压力为额定压力的2倍，最小额定压力为0.6MPa。

储存式浴水加热器的电热元件一般都采用管状电热元

件。恒温控制元件采用感温式温包式温控元件。其结构和工作原理可参见第七章。

一般储存式浴水加热器具有压力保护装置。压力保护是通过安全阀来实现的。压力安全阀一般设置在进水口附近，如图200所示。对出水口装置使用阀门的闭式浴水加热器，安全阀的动作压力为（59—69）$\times 10^4$Pa。

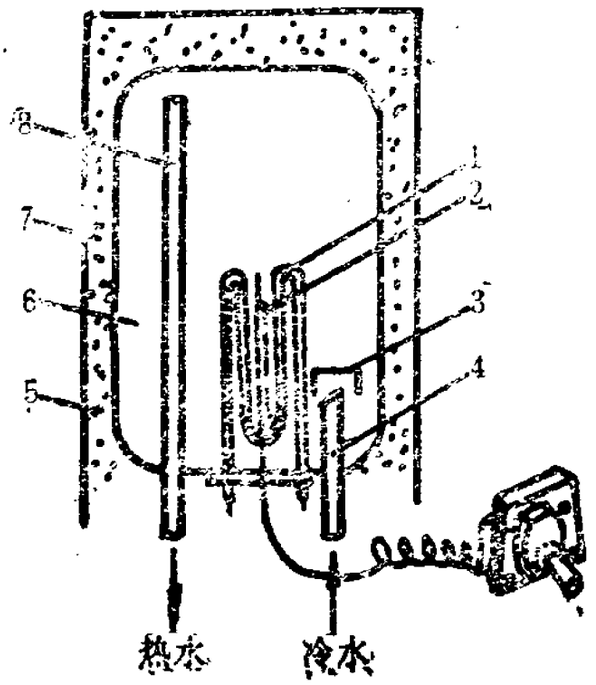


图199　储存式浴水加热器结构

1.电热元件　2.温包式控温器
3.缓冲装置　4.进水管　5.外壳
6.贮水箱　7.绝热层　8.出水管

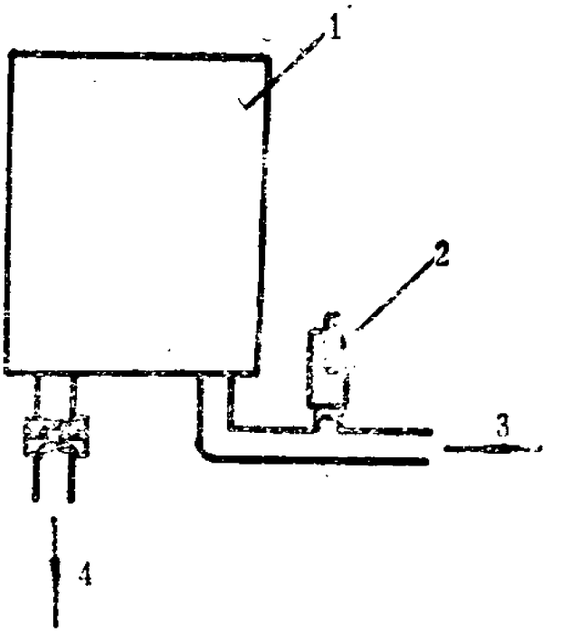


图200　压力安全阀安装位置

1.浴水加热器　2.压力安全阀
3.进水口　4.出水口

第三节　电热水器的使用与维修

一、使用

使用流动式热水器时要注意当打开水阀而没有出水时，应立即关掉电路开关，这说明了水路系统有故障，如不及时

关掉电路，则有可能电热丝在无流动水的情况下迅速烧断。另外在使用流动式热水器时不要使进水口水量太小，而使出水口水温太高，这样容易出产品故障。

使用贮存式浴水加热器时，一定要先注满冷水后，才可以通电使用。并严防在进出水口两处同时安装阀门。

在有冰冻期地区使用热水器时，要放掉热水器中的冷水，或始终保持热水器中的水有一定温度而不会冰冻，否则热水器有可能冰冻时而损坏热水器。

二、故障与维修

电热水器在使用中常发生的故障及维修方法见表81。

表81 电热水器常见故障及维修方法

故障现象	故障原因	维修方法
出来的水为冷水	电源断路	由外向里逐步查找断路处，然后排除
	电热元件断路	更换电热元件
	贮存式浴水加热器中的调温器动作失灵，触点不能闭合	重新调整或更换
	快速热水器水压太低，不能使压电转换器动作	增高进水水压
	快速热水器压电转换器动作压力太高	重新调整，一般动作压力应调在0.2—0.5kg/cm² 范围内
出来的水不够热	部分电热元件损坏	更换已损坏的部分
	调温器动作温度太低	重新调整

（续）

故障现象	故障原因	维修方法
出来的水温度太高	储存式浴水加热器的恒温器失灵	更换恒温器
	快速热水器水流量太小	加大进水流量
	流动式、快速热水器水槽堵塞	拆下清除
漏　电	储存式浴水加热器中有短路或碰壳，或绝缘件的绝缘破坏	由外向里逐级查找短路处，或碰壳处，然后排除。更换绝缘被破坏的绝缘件
	快速热水器接地线没有接好，或出水口金属网格失效	接好接地线，清除金属网格上的水垢，或更换金属网格
漏　水	水路系统密封件老化	更换密封件
	水路系统结构件损坏	修补或更换

第十四章　电烙铁

电烙铁是电子、电机、电器等专业工厂用来焊接电子器件、电器零件的主要工具，也是电器产品修理部、电器业余爱好者必备的用品。此外，电烙铁还可用来对铜铁零件等小五金的锡焊以及塑料制品的烫焊或焊封等，因此使用范围极广。

第一节　分类与结构

一、分类

电烙铁按其结构和工作原理分为三种型式，每种型式的电烙铁按功率的大小分为若干规格。电烙铁的分类型式和规格见表82。

表82　电烙铁的分类型式和规格

分类型式	定　　义	功　率　（W）
内热式	电热元件插入铜头空腔内加热	20、35、50、70、100、150、200、300
外热式	铜头插入电热元件内加热	30、50、75、100、150、200、300、500
感应式	由变压器感应出低电压大电流进行加热	60、100

二、结构

（一）外热式 外热式电烙铁的结构如图201所示。它由焊头、电热元件、金属外壳和手柄四部分组成，电热元件装置在焊头与金属外壳之间。电热元件两根引线固定在接线桩头上，接线桩头固定在用木质或胶木制的手柄内。当接通电源后，电热丝发出的热量传给焊头，使焊头终端的温度达到250—300℃。

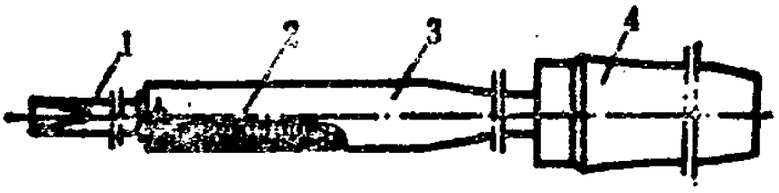


图201 外热式电烙铁结构

1.焊头 2.电热元件 3.外壳 4.手柄

（二）内热式 内热式电烙铁的结构见图202所示。从图中可以看出，内热式与外热式结构相似，所不同的是电热元

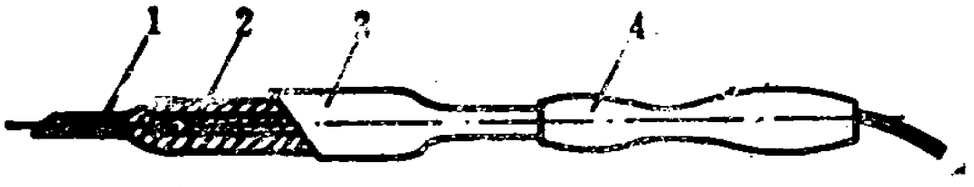


图202 内热式电烙铁结构

1.焊头 2.电热元件 3.外壳 4.手柄

件的安装位置不同。由于这一结构上的不同，使得内热式电烙铁具有以下几个特点：（1）热效率高、耗电省。这是由于内热式是将电热元件藏在电烙铁焊头里面，电热元件发出的热量基本上都用来加热焊头，而外热式电热元件只有内部

的热量对焊头加热，外部热量通过金属外壳向外扩散损失掉一部分。故内热式比外热式电烙铁的热效率可提高30—60%。（2）热态绝缘性能好。这也是由于内热式电热元件埋置在焊头内，不易受潮而保障了电气绝缘性能。（3）用料省、体积小、重量轻、寿命长、生产工艺简化。内热式电热元件结构合理，可节省全部云母片和部分电热丝，故可缩小体积，减轻重量，降低成本，且电热丝不与空气接触，不易氧化，寿命长，生产装配工艺也因而简化。

（三）感应式 感应式电烙铁又称快热式电烙铁，其结构见图203。它主要由焊头、变压器、外壳、开关及指示

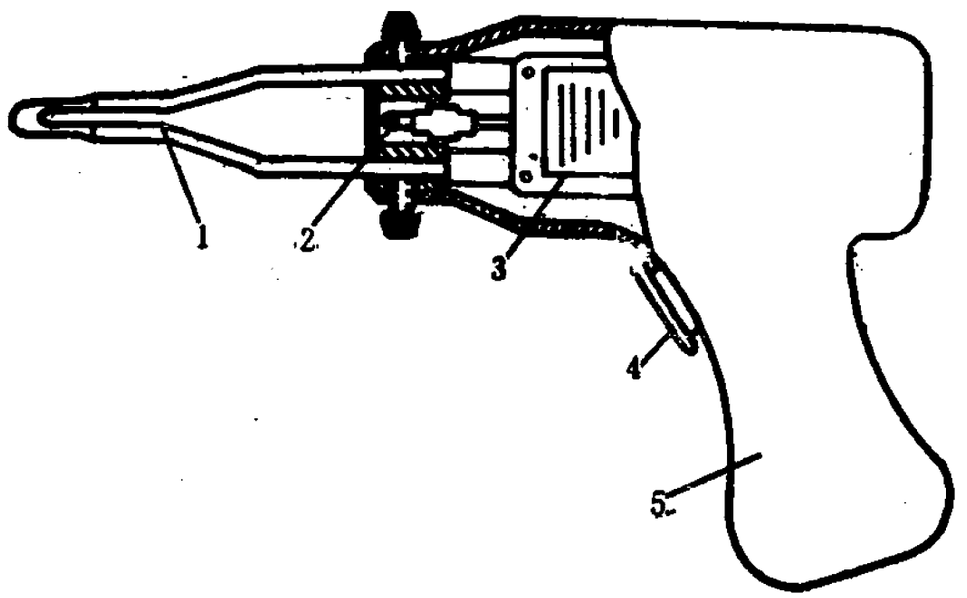


图203 感应式电烙铁结构

1.焊头 2.指示灯 3.变压器 4.开关 5.外壳

灯等部分组成。当变压器接通电源后，其次级被焊头短路，产生出低电压大电流，10秒钟内焊头端部的温度可达240℃。

第二节　使用、维修与节电措施

电烙铁在使用中常见的故障主要有焊头烧死和电热元件烧坏两种现象。

一、焊头烧死

为了防止焊头烧死（即氧化后不能上锡），以延长使用寿命，应勿使铜头长时间过热。为此，要间隙断开电源、间隙使用或在焊头上保持一定量的焊锡。如焊头烧死无法吃锡时，可待焊头冷却后，在酒精中浸一下，使氧化膜自然脱落，不要用刀刮锉。

二、外热式电烙铁

外热式电烙铁使用多次后，应将铜头取下，除去氧化层，以免造成日久卡死而取不出的现象。当焊头剥蚀很短、影响焊接时，应及时更换，不可将铜头逐段拉出使用，不然发热元件会因导热、散热困难而烧坏。

三、内热式电烙铁的修复

内热式电烙铁最常见的故障是电热元件烧断。维修时首先按下面方法取出瓷芯棒：

如图204所示，用镊子钳的根部轻轻夹住引线处靠近瓷套管的瓷芯棒，然后用煤油灯或酒精灯对瓷套管加热，加热时应来回并转动瓷套管，使瓷套管均匀加热片刻，再用木料衣夹夹住瓷套管中部，同夹住瓷芯棒的镊子钳轻轻用力，使瓷套管和瓷芯棒能转动而且能退出来。这项工作必须小心，镊子钳用力适当（不能太大），否则会把瓷芯棒夹碎，那就更

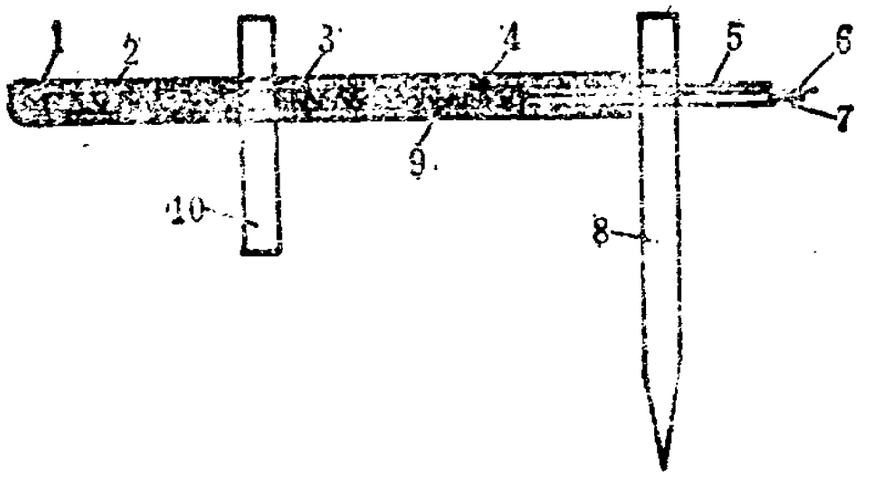


图204　内热式烙铁瓷芯棒取出方法

1.尾端　2.断处　3.绝缘填充料　4.瓷套管　5.瓷芯棒　6.头引线
7.尾引线　8.镊子钳　9.电热丝绕组　10.木衣夹

不容易取出电热丝绕组。若一次取不出，就在灯上多加热几次再取。

取出电热丝绕组以后，就可以检查电热丝绕组烧断的部位了。由于绕组很细，要用放大镜对电热丝绕组作外表检查。一般来说，烧断处有烧焦痕迹，然后用万用表确定烧断位置，拆下1—2圈，用0#砂纸轻轻磨几下，电热丝能见亮即可，将二断头绞接平复后再装入瓷套管中去，用耐高温无机涂料封装即可。

四、感应式电烙铁

感应式电烙铁只能间歇使用，切不可长时间（不超过2分钟）撤下按钮通电，要防止烧坏变压器。

五、节电措施

在使用中一方面为了防止“烧死”，另一方面也为了节电。往往采取配套使用烙铁架。烙铁架如图205所示。它主要用来搁置电烙铁用，即电烙铁不使用时搁置在上面，由于烙

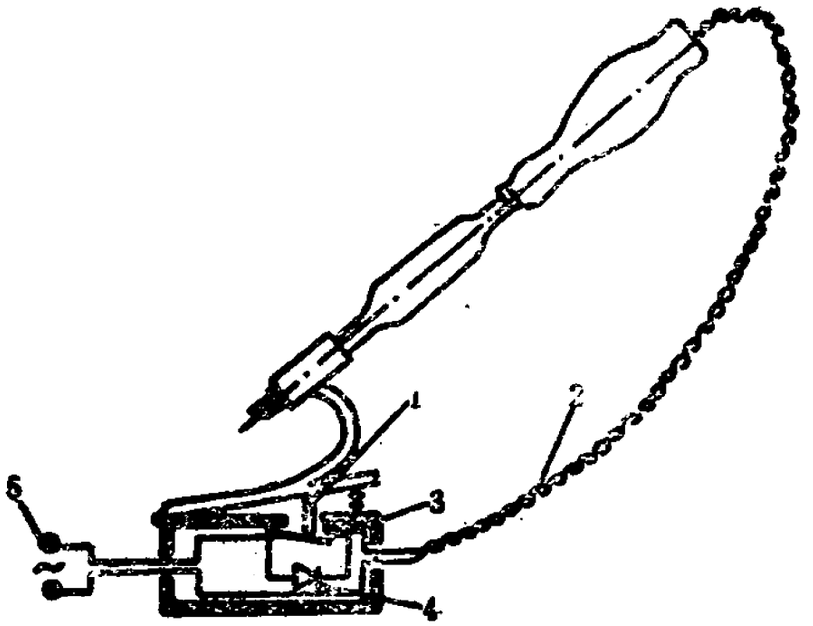


图205　电烙铁架

1.触杆　2.电源线　3.磷铜皮　4.二极管（500mA/300V）　5.插座

铁自重，使下面开关断路，由于电热元件电路中被串接上一个二极管，此时电烙铁中电热元件所承受的电压为额定电压的一半，因此电烙铁所消耗的功率为额定功率的四分之一。这样既不会发生电烙铁“烧死”现象，也不会使电烙铁降温而影响再使用，且节约用电量。

第三节　关键零部件

电烙铁的关键零部件是焊头和电热元件。

一、焊头

电烙铁是通过灼热的工作头——焊头进行焊接的。焊头决定于电烙铁的使用寿命和焊接效率。因此焊头是电烙铁的关键零件之一。

（一）基本要求　电烙铁的焊头必须具备以下几点要

求：①能上锡。②有足够的热容量。③有相当的导热率。④有较好的高温下抗氧化性能。

（二）焊头的材质 同时具备焊头四个基本要求，且经济、简便实用的材料难以寻觅。目前维修中常采用的焊头材质有3种：

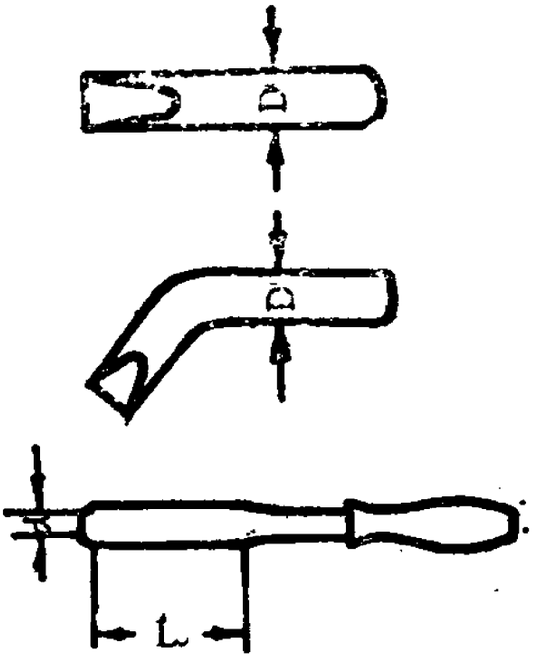
1.紫铜头 紫铜头具备易上锡、热容量大、导热率高这三个基本要求，且经济实用、加工方便，是目前内、外热式电烙铁最普遍采用的焊头材料。但其缺点是高温下抗氧化能力差。

2.镀复铜头 镀复铜头又被称为长命烙铁头，是在以紫铜为基体的焊头表层镀复铬、镍或铝，以减缓在高温下焊头的氧化。一根优质的镀复铜头，能比一般紫铜头使用寿命延长20倍。由于其结构上的原因，使用镀复铜头的电烙铁功率必须比通常的电烙铁高，否则会产生焊接不爽的滞留现象。另外镀复铜头表面是镀复层，所以使用时不能用锉刀锉或用锤子敲打，否则将破坏保护层，使寿命大大缩短。若使用时发现焊头上锡不爽，可用湿海绵或湿布揩拭。

3.铬青铜头 铬青铜头是用铬青铜材做成的焊头，它比紫铜头抗氧化能力强、耐腐蚀、不“烧死”、“吃锡”好、寿命长等优点。紫铜头虽有优良的导热性，但是温度高了要“烧死”，温度低了不熔锡。铬青铜头导热性能虽不如紫铜，但不怕“烧死”，这就可以缩小铜头的体积，减少铜头的尺寸来提高铜头的温度。尺寸的减少同时也降低了成本。

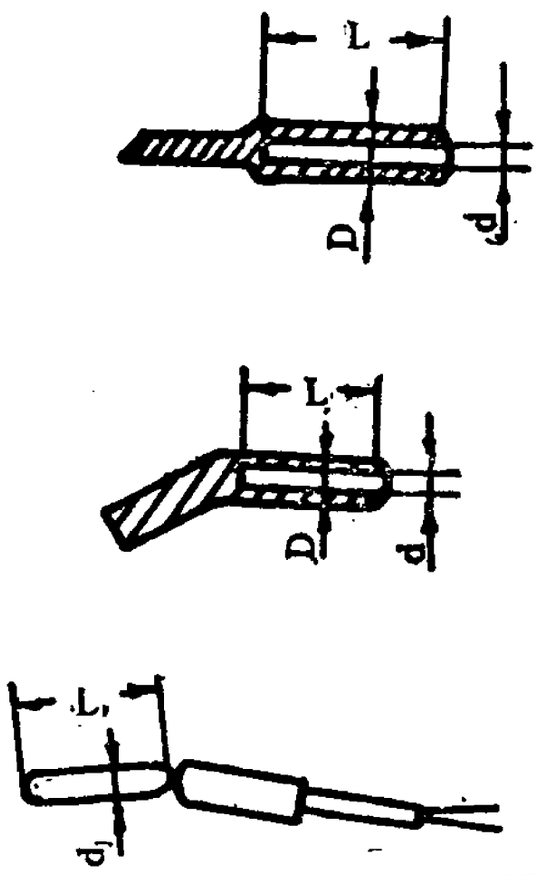
（三）焊头的大小与电烙铁的功率 电烙铁工作头的体

表83　外热式电烙铁焊头的基本尺寸



功率（W）	30	50	75	100	150	200	300
铜头外径D（mm）	4.5	6	9	11	13	16	22
外壳内径d（mm）	11	14	17	22	26	30	36
外壳前段长L（mm）	60	75	80	80	85	85	100

表84　内热式电烙铁焊头的基本尺寸



功率（W）	20	35	50	70	100	150	200
铜头内径d（mm）	5.2	6.2	6.8	9	10.5	13	16
铜头外径D（mm）	7.5	8.5	9	14	16	20	24
铜头孔深L（mm）	37	48	52	60	65	70	75
电热元件外径d_1（mm）	4.2	5	5.5	8	10	12	15
电热元件长度L_1（mm）	84	100	110	62	66	72	75

积（质量）与电热元件的功率需相互匹配才能取得好的效果，这是维修者要特别注意的。目前市场上电烙铁的焊头和电热元件的设计都已标准化。各规格电烙铁的焊头形状大小见表83和表84。各规格之间不可混用，若300W的电烙铁配75W铜头，就无法正常使用，这是因为熔锡量与质量成正比，75W铜头直径9mm，重约62克，而300W铜头直径22mm，重约473克，虽然75W铜头热容量太小，不能满足焊件的加热要求。原因之二是300W烙铁功率大，热量大，热能在小铜头上无法保持热平衡，不能维持一定的焊接温度。因温度太高，小铜头迅速氧化而无法上锡。大功率电烙铁配以小铜头，还会严重影响电烙铁的电热元件使用寿命。电热元件在未插入铜头中，即空烧状态下，电热元件可达600—700℃，这样的高温主要靠铜头传导出来。如铜头过小，向外导热就会不畅，导致电热元件热量聚积，温度继续迅速上升至800℃以上，势必降低电热元件的绝缘电阻，缩短使用寿命。所以电烙铁的焊头不能随便换用。在使用中，焊头自然损耗后变短、变细，应及时更换相应规格的新铜头。

（四）焊头端面的要求 焊头顶端，即上锡点的形状与大小，直接影响被焊件的质量和焊接速度。通常，焊头顶端的形状为楔形、锥形或圆柱状，其大小以能覆盖焊点为准。如果焊头比较粗大，应在顶端处改形，不必整体换掉。

（五）感应式电烙铁工作头 感应式电烙铁工作头呈“U”形，后端两圆柄系紫铜棒，其前端扁“U”形用铁片制成。前端不得用锉刀锉，以防变形而导致阻值改变。制造时，两圆柄应紧紧插入烙铁前端两孔中，并旋紧两只紧固螺

钉。因为感应式工作头电流很大、电压很低，所以装配不好、接触稍有间隙，将会严重影响其功能。

二、电热元件

（一）外热式电热元件 外热式电烙铁用的电热元件有金属管和瓷芯管两种：

1.外热式金属管电热元件 元件结构如图206所示。其

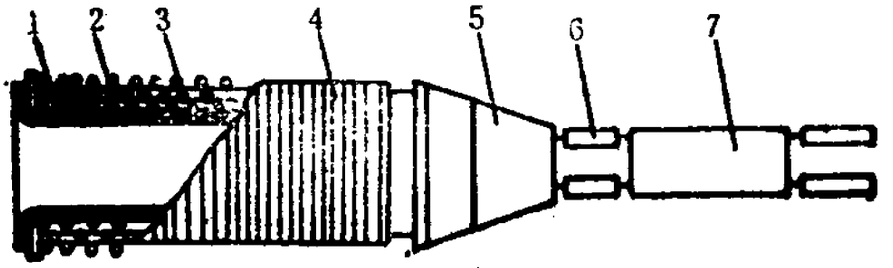


图206 外热式金属管电热元件

1.骨架 2.云母 3.电热丝 4.镀锌铁丝 5.瓷座
6.单孔瓷管 7.双孔瓷管

骨架通常采用铜管或镀锌铁管制成，管表面裹以云母片后绕上电热丝，层间也用云母作绝缘，然后在最外层云母片上用镀锌铁丝密绕一层。这种结构工艺简单，机械强度高，但云母耗用量大。

2.外热式瓷芯管电热元件 元件结构见图207。在瓷芯

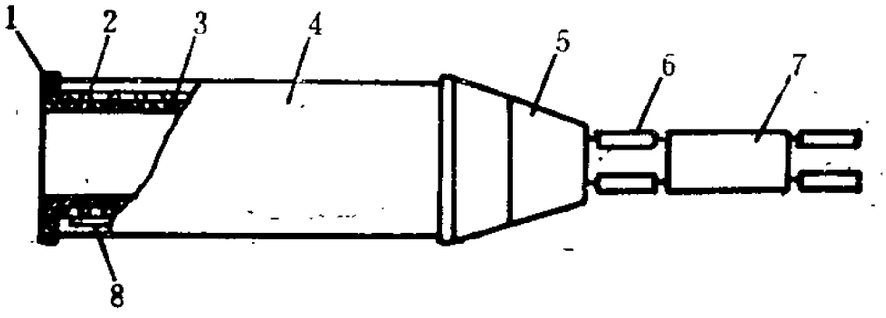


图207 外热式瓷芯管电热元件

1.瓷芯管 2.电热丝 3.涂料 4.瓷套管 5.瓷座
6.单孔瓷管 7.双孔瓷管 8.引出线

管上绕制电热丝，然后在线圈上涂复耐高温无机涂料（涂料配方见表85，维修时可能要用），干燥后通电、逐级升压

表85　耐高温无机涂料配方（重量比）

配方号	GG17-18 玻璃粉	M5-8 金刚砂	氢氧化铝凝胶	磷酸	蒸溜水	中性水玻璃溶液
1	33.3%	33.3%	33.3%	—	—	—
2	—	70%	—	—	10%	20%
3	—	63%	14%	7%	16%	—

（由50—250V，每隔50V一档通电，总共约经一小时），使之自行发热烧结，然后装上瓷套管。另一种方法是：在已绕制电热丝的瓷芯管和瓷套管之间，用耐高温无机涂料充填并封口，干燥后经950℃烧结1小时即可。瓷管一般采用95瓷或高频瓷材料制成。瓷芯管电热元件由于以瓷代云母和金属，且可加以密封，因此其绝缘性能好，寿命长，但对瓷管、涂料及烧结工艺要求较高。外热式电烙铁电热元件的技术数据见附录5。

（二）内热式电热元件　内热式电热元件的结构见图208，其制造工艺与外热式瓷芯管电热元件相同，它具有重量轻、升温快、热效率高等优点。

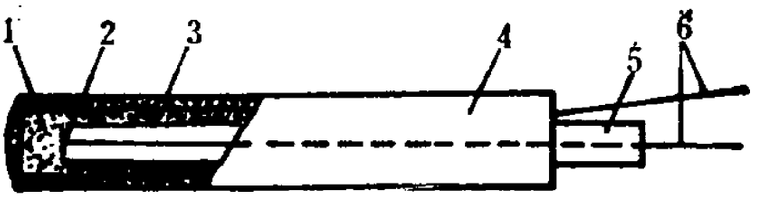


图208　内热式电热元件

1.涂料　2.碰焊点　3.电热丝　4.瓷套管　5.瓷芯管　6.引出线

内热式电烙铁电热元件的技术数据，见附录 6 。

（三）感应式 感应式电烙铁的电热元件是由变压器形成，其技术参数见附录 7 。

第四节 维修后的技术要求

经维修后的电烙铁除了应符合一般电热电器的性能和安全要求外，尚需满足下列特殊要求。

一、手柄温升

在周围空气温度为30 ± 2 ℃时，在额定电压下通电一小时后，手柄热端距末端10mm处的表面温度不应高于 20℃。

二、发热时间

当周围空气温度不高于20℃、在额定电压下，焊头顶端加热至240℃所需的时间：外热式30—50W者为 5 分钟；75—500W者为10分钟；内热式20—35W者为 3 分钟；50—300W者为10分钟。

表86 应能熔化的锡柱量

功 率（W）		圆柱形锡柱（工业纯锡）			熔化重量
外热式	内热式	直 径 (mm)	长 度 (mm)	重 量 (g)	(g)
30	20	3	130	7	5
50	35	4.2	130	13	10
75	50	6.5	125	30	20
100	70	7.5	125	40	25
150	100	9	130	60	40
200	150	12	120	100	60
300	200	12	120	100	80

三、熔锡量

在周围空气温度为25±5℃时，把烙铁头顶端加热至360℃后立即将锡柱垂直放在烙铁头的工作面上，2分钟内熔化的锡柱量不应低于表86中所列数值。

第五节　派生电烙铁的结构与维修

近年来，在国内外市场上出现了一些新结构、新功能的电烙铁。但从本质上看，这些新电烙铁都是从内、外热式电烙铁的基本结构的基础上派生出来的。目前常见的有两用吸锡电烙铁、控温电烙铁、送锡电烙铁等品种。

一、两用吸锡电烙铁

（一）用途与特点　两用吸锡电烙铁具有吸锡器功能，又可作一般电烙铁使用。利用它可吸清焊点上的锡，各种电子元器件就能方便地从线路板上卸下，这给更换元件，尤其是集成电路、多脚开关的更换工作带来方便。

两用吸锡电烙铁具有下列特点：

（1）外形大小与普通电烙铁相仿，结构紧凑，操作方便。

（2）吸锡气筒藏于手柄，通过卡口与吸管连接，因此气筒很容易与整体分离出来，便于清洁与维修。气筒内活塞采用全浮动双密封环式，气密性能好，工作可靠、吸锡干净。

（3）手柄与气筒均用特种工程塑料制成，不易损坏。

（二）结构与使用　两用吸锡电烙铁的结构见图209所示。图中序号5、6、7、9、14、15、16、17组成气筒，

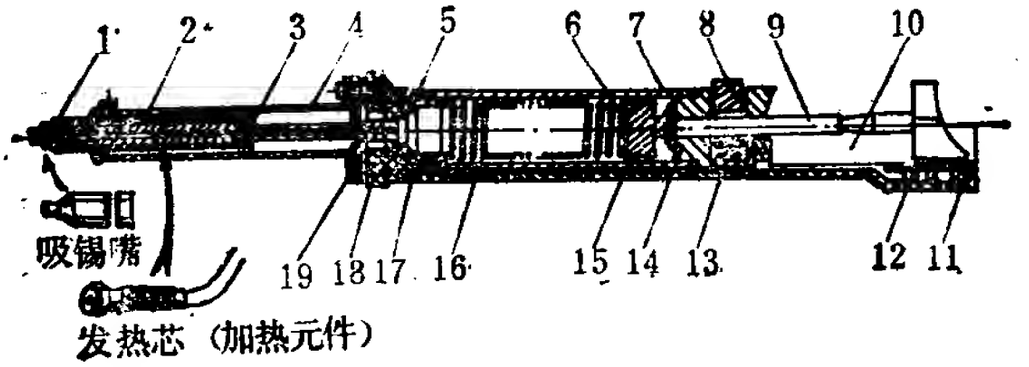


图209　两用吸锡电烙铁结构

1.吸锡嘴　2.电热元件　3.吸管　4.外壳　5.密封圈　6.活塞　7.气筒　8.控制按钮　9.活塞柄　10.手柄　11.压盖　12.接线柱　13.弹簧　14.气筒后盖　15.密封圈　16.弹簧　17.气筒前盖　18.橡皮垫圈　19.垫圈

吸锡时，将活塞柄按下卡住，使吸锡嘴前端对准焊点，待锡熔化后，按动控制按钮，活塞受弹簧力作用后弹，焊锡即被吸入，一般情况下，焊锡点焊锡一次可以吸清。

（三）故障与维修　两用吸锡电烙铁常见的故障主要是焊锡阻塞，不能吸锡。此时，应取下气筒，清除吸入凝固的焊锡。气筒的折除方法如下：将活柄用力下压，使手柄内卡凸起部位与气筒后盖凹槽脱开，气筒就可离开烙铁。然后将气筒后盖拆开，取出活塞、弹簧，把杂物清除干净。气筒清除杂物后，给活塞加少许机油，以增加气密性和滑动性。气筒装回手柄时，应使气筒前盖端部与手柄前部的橡皮垫圈凹部对准后再压入气筒。

二、恒温电烙铁

恒温电烙铁的控温方法有三种。第一种叫磁性控温法，其原理是用软磁材料和永磁材料组合来控温，优点是结构简单，价格便宜，开关速度快、升温速度快，维修方便。这种控温方法除了在强磁场下不能使用外，其它场合都能很可靠

的使用；第二种叫热敏电阻控温法。其原理是用热敏电阻来检测电烙铁头的温度，可连续可调，升温速度快。缺点是线路较复杂，价格较贵；第三种是电子控温法，其原理是采用电子线路控制并带有真空吸锡器组合式的控温电烙铁。它的优点是可完成多种温度焊接，温度连续可调，修补、更换元器件安全可靠，缺点是价格较贵，线路复杂，维修较困难。

图210是磁性控温恒温电烙铁结构原理图，该电烙铁的结

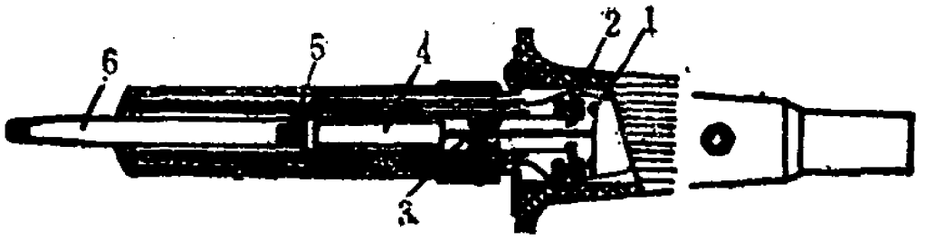


图210　恒温电烙铁结构原理图

1.动触点　2.静触点　3.磁环　4.永久磁铁　5.感温磁铁　6.焊头

构主要有工作头、发热元件、控温机构和附加的低压电源变压器组成。工作头系长命烙铁头；发热元件系外热式结构；控温机构中，由工作头上嵌镶的感温软磁铁和永久磁铁以及触点组成。其工作原理是：刚接上电源时，触点处于通电状态，电热元件开始对工作头进行加热。当工作头加热到预定温度点时，嵌镶在工作头后端的感温软磁体达到了居里点，感温磁铁失去磁性，滑块上的永久磁铁被磁环吸引，由连杆带动触点分断，切断电源，使发热体降温，当降至居里点时，感温磁铁又恢复了磁性，吸引永久磁铁，电流又接通，如此周而复始，达到工作头恒温的目的。

三、送锡式电烙铁

送锡式电烙铁的结构如图211所示。该电烙铁前部系一内

热式的电热元件，焊头是弯曲的工作头，在手柄部位的壳体

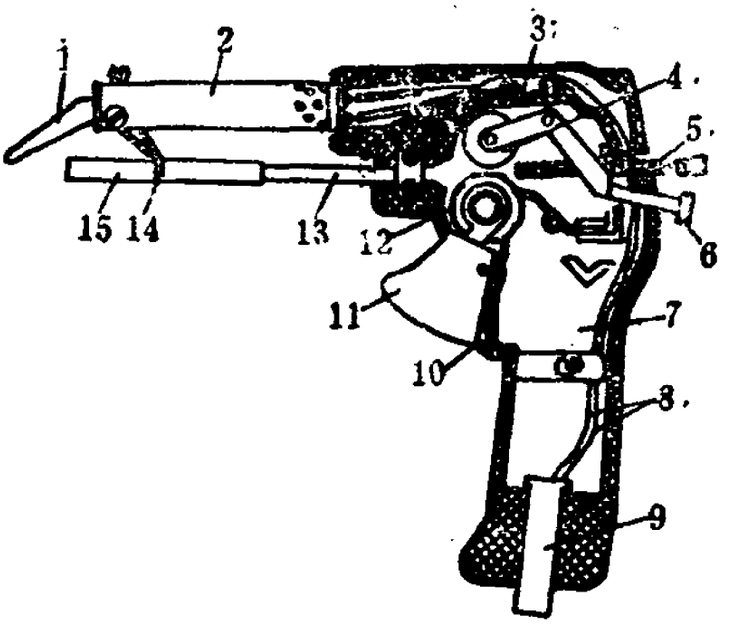


图211　送锡式电烙铁的结构

1.工作头　2.发热件　3.接线板　4.压轮　5.引料口　6.压轮按钮
7.胶木外壳　8.电源线　9.护套管　10.限位钉　11.板钮　12.棘轮
13.导引管　14.导引管架　15.塑套管

里，装有送锡机构和接线板。使用时先接通电源，1—2分钟后，用右手象握手枪一样握住烙铁手柄，然后用大姆指用力按紧压轮按钮，使内部压轮松开，用另一手把与导引管口径相符的焊丝插入引料口一大段，然后放松压轮按钮，不断用右手的食指扣动扳钮；焊锡丝便会经导引管从前端的塑料管口送出。被送出的焊锡丝与灼热的工作头相碰，一触即熔。这就可以用来进行焊接了。

该电烙铁可用单手操作。使用时从一整筒焊锡丝上剪下一段焊锡丝，直接送入电烙铁引料口。焊接时不必如通常那样，一手拿焊丝，一手拿电烙铁。这样就可以腾出一只手做其它动作，以提高工作效率。这种送锡式电烙铁最适用于电子器件工厂生产流水线的装配和印刷线路板焊点的补焊工作。

附录一　罩极式台、吊扇电动机的主要技术数据（220V、50Hz）

类别	序号	规格 (mm)	极数	定子铁心				转子	绕组			调速
				外径 (mm)	内径 (mm)	长度 (mm)	气隙 (mm)	槽数	线规 (mm)	每极匝数×线圈只数	线模尺寸（长×宽×厚）(mm)	方法
台扇	1	200	2	φ60	φ30	25	0.35	15	φ0.17	1270×2	34×34×7	电抗器
	2	200	2	φ59	φ28	32	0.35	15	φ0.19	(800+500)×2	42×30×5	抽头
	3	300	4	φ88	φ44.7	32	0.35	17	φ0.27	510×4	40×27×6	电抗器
	4	400	4	φ108/95.7	φ51	32	0.35	22	φ0.47	450×4	40×31×10	电抗器
吊扇	5	900	4	φ123.6	φ51	30	0.3	57	φ0.38	550×6	44×23×20	电抗器

附录二　电容运转式电风扇电动机的主要技术数据（220V、50Hz）

类别	序号	规格 (mm)	极数	定子铁心					转子	
				外径 (mm)	内径 (mm)	长度 (mm)	气隙长度 (mm)	槽数	外径 (mm)	槽数
台扇	1	250	4	φ88	φ44.7	20	0.35	8	φ44	17
	2	250	4	φ88	φ44.7	20	0.35	8	φ44	17
	3	300	4	φ88	φ44.7	26	0.35	8	φ44	17
	4	300	4	φ78	φ44.5	24	0.35	16	φ43.8	22
	5	350	4	φ88.5	φ49	25	0.35	16	φ48.3	22
	6	350	4	φ88.5	φ49	25	0.35	16	φ48.3	22
	7	400	4	φ88.5	φ49	35	0.35	16	φ48.3	22
	8	400	4	φ88.4	φ49	32	0.35	16	φ48.3	22
顶扇	9	350	4	φ88	φ49	25	0.35	16	φ48.3	22
	10	400	4	φ88	φ49	35	0.35	16	φ48.3	22
吊扇	11	900	14	φ118	φ20	23	0.25	28	φ145	45
	12	1050	14	φ118	φ20	25	0.20	28	φ143.6	45
	13	1200	18	φ134.75	φ70.5	25	0.25	36	φ162	48
	14	1400	18	φ138.8	φ60	28	0.25	36	φ164.5	48
	15	1400	18	φ136.6	φ63.5	32	0.5	36	φ165.7	48
排气扇	16	400	4	φ102	φ60	36	0.35	24	φ59.5	18
	17	500	4	φ120	φ72	40	0.3	24	φ71.5	20
	18	500	4	φ120	φ72	56	0.25	24	φ71.5	18

（续）

类别	序号	规格(mm)	极数	主绕组		副绕组		电容器	
				线规(mm)	每槽匝数×线圈只数	线规(mm)	每槽匝数×线圈只数	容量(μF)	工作电压V
台扇	1	250	4	φ0.17	935×4	φ0.15	1020×4	1	500
	2	250	4	φ0.17	850×4	φ0.15	1020×2+(500+300)×2	1	500
	3	300	4	φ0.17	634×4	φ0.19	620×4	1.5	400
	4	300	4	φ0.17	800×4	φ0.15	(500+500)×4	1	400
	5	350	4	φ0.21	720×4	φ0.17	930×4	1.2	500
	6	350	4	φ0.19	760×3+(650+110)	φ0.19	(480+480)×4	1.2	400
	7	400	4	φ0.23	570×4	φ0.19	720×4	1.2	500
	8	400	4	φ0.21	550×4	φ0.19	(350+350)×4	1.2	400
顶扇	9	350	4	φ0.21	720×4	φ0.17	930×4	1.2	500
	10	400	4	φ0.23	570×4	φ0.19	720×4	1.2	500
吊扇	11	900	14	φ0.23	382×14	φ0.19	506×14	1	400
	12	1050	14	φ0.21	552×14	φ0.17	832×14	2	400
	13	1200	18	φ0.27	280×18	φ0.25	328×18	2	400
	14	1400	18	φ0.29	236×18	φ0.25	323×18	4	400
	15	1400	18	φ0.31	440×18	φ0.25	620×18	2	400
排气扇	16	400	4	φ0.31	260×6	φ0.31	260×6	4	400
	17	500	4	φ0.29	295×6	φ0.23	510×6	2	400
	18	500	4	φ0.47	105×6	φ0.35	170×6	6	500

（续）

类别	序号	规格 (mm)	极数	调速方法	线模尺寸 (长×宽×厚) (mm)	线圈跨距	绕组型式
台扇	1	250	4	电抗	34×35×4.5	1—3	双层链式
	2	250	4	抽头	34×35×4.5	1—3	双层链式LⅡ型
	3	300	4	电抗	34×41×4.5	1—3	双层链式
	4	300	4	抽头	主32×32×7 副34×36×7	1—4	单层链式LⅡ型
	5	350	4	电抗	主39×37×8 副35×37×8	1—4	单层链式
	6	350	4	抽头	35×40×7	1—4	单层T型
	7	400	4	电抗	主39×44×8 副35×44×8	1—4	单层链式
	8	400	4	抽头	35×40×7	1—4	单层链式LⅡ型
顶扇	9	350	4	电抗	主39×44×8 副35×44×8	1—4	单层链式
	10	400	4	电抗	主39×44×8 副35×44×8	1—4	单层链式
吊扇	11	900	14	无	40×24×8	1—3	双层链式
	12	1050	14	无	41×25×10	1—3	双层链式
	13	1200	18	电抗	43×21.5×11	1—3	双层链式
	14	1400	18	电抗	36×21.5×9	1—3 2—4	双层链式
	15	1400	18	无	50.5×21×11	1—3	双层链式
排气扇	16	400	4	无	主40×79×8 副32×72×8	1—3 1—5/4	单层交叉式
	17	500	4	无	主62×35×8 副62×31×8	1—4 2—5	单层链式
	18	500	4	无	主40×84×8 副50×84×8	1—6	单层链式

附录三　常用材料的比热C〔kJ/(kg·K)〕

固体材料				液体材料（在1atm、300K温度下测定）		气体材料（在1atm下测定） Cp	
钢($C\approx0.5\%$)	0.4647	石棉水泥板	0.837	水	4.18	空气	1.005
钢($C\approx1\%$)	0.473	蜂　蜡	3.43	海水	3.76—4.1	二氧化碳	5.007
钢($C\approx1.5\%$)	0.486	沥　青	1.67	醋酸	2.18	一氧化碳	1.038
铜	0.39	砖	0.92	乙醇	2.44	氨	1.048
铝	0.88	硬质砖	1.00	甲醇	2.54	乙烷	1.65
镍	0.44	无烟煤	1.26	丙醇	2.37	氯化氢	0.812
铅	0.13	轻质混凝土	0.962	氨	4.38	硫化氢	1.026
锡	0.226	软木板	1.88	苯	1.73	沼气	0.657
锌	0.381	轻质纤维板	2.51	溴	0.473	二氧化硫	0.646
银	0.234	窗玻璃	0.837	二硫化碳	0.992	乙炔	1.604
耐火砖	1.05	石英玻璃	1.0	四氯化碳	0.816		
石膏板	1.09	毛　毡	2.09	蓖麻油	1.97		
石膏	1.0—0.92	干皮革	1.51	甘油	2.62		
		石灰石	0.908	煤油	2.09		
泡沫塑料	1.26	氧化镁85%	0.837	亚麻仁油	1.84		
固体塑料	1.67	大理石	0.879	醚	2.21		
陶瓷	0.920	云　母	0.502	苯酚	1.43		
砂石	0.920	纸	1.38	制冷剂R-11	0.87		
木屑	0.879	石　蜡	2.89	制冷剂R-12	0.971		
石棉	0.80	冰	2.10	制冷剂R-22	1.26		
橡皮	1.42						

附录四　常见电吹风的维修技术数据

型式牌号		广州三角牌罩极电吹风HD450-A	上海万里牌罩极电吹风	广州三角牌串激式电吹风HD450	上海串激式电吹风	广州幸福牌永磁式电吹风
规格		450	450	450	550	350
电流		2A	1.9A	2.1A	2.1A	1.58A
电动机	输入功率(W)	24	25	22.5	29	10.8
	电流 (A)	0.15	0.16	0.11	0.15	0.6
	转速 (转/分)	2800	2500	14500	3500	8800
	轴伸 (mm)	4×18	4×20	3.2×6	4×14	2×50
	气隙 (mm)	0.25	0.3	0.25	0.3	0.25
	定子线径(mm)	0.14	0.15	0.10	0.11	
	定子绕组(串联)	1700×2	1600×2	1800×2	1300×2	
	铁芯长度(mm)	20.5	19	16	24	13
	转子线规(mm)	2.8	2.64	0.08	0.09	0.12
	转子绕组			450×8 (1—4)	300×8 (1—4)	210×3 (1—2)
	转子端环(mm)	0.75×2	0.75×2			
	转子斜槽数	1	1			
	碳刷规格(mm)			DS 4.3×4.3×8	DS 8.3×4.5	DS 2.5×2.5×5
电热元件	电热丝径(mm)	0.27	0.27	0.25	0.27	0.27
	电阻值 (Ω)	115	105	120	105	140
	螺距 (mm)	1.5	1.5	1.5	1	1

附录五　外热式电烙铁电热元件技术数据

功率(W)	冷态电阻(Ω)	电热丝Cr20Ni80线径 (mm)	节距 (mm)
30	1586	0.05—0.06	0.3—0.4
50	952	0.08—0.10	0.3—0.4
75	635	0.11—0.13	0.4—0.5
100	476	0.13—0.17	0.5—0.6
150	318	0.19—0.21	0.5—0.6
200	238	0.22—0.25	0.6—0.7
300	159	0.28—0.35	0.7—0.8
500	95	0.30—0.42	0.8—1.0

附录六　内热式电烙铁电热元件技术数据

功率(W)	冷态电阻(Ω)	电热丝Cr20Ni80线径（mm）	节距（mm）
20	2379	0.04	0.11—0.12
35	1360	0.05	0.18—0.20
50	952	0.06	0.25—0.28
70	680	0.08	0.26—0.30
100	476	0.10	0.29—0.32
150	318	0.13	0.32—0.35
200	238	0.19	0.40—0.44
300	159	0.23	0.46—0.50

附录七　感应式电烙铁技术数据

功率	变压器		初级		次级		铜头直径
(W)	铁芯尺寸(mm)	窗口尺寸(mm×mm)	线径(mm)	圈数	线径(mm)	圈数	(mm)
60	舌宽 12.6 迭厚 18	7.7×6.8	QE 0.19	3040	铜头线路0.6V 2×6铜排	8.5	4
					指示灯2.5V 2×φ0.19	40	
100	舌宽 15 迭厚 18	8×80	QE 0.21	2440	2.5V 2×φ0.21	30	4.2
					0.6V 2×7铜排	7	